



T.C.

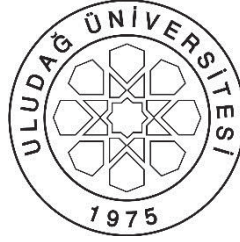
**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**EKONOMETRİ ANABİLİMDALI**

**KÜRESEL CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN**  
**ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ**

**(DOKTORA TEZİ)**

**Seyhat BAYRAK GEZDİM**

**BURSA - 2017**



**T.C.**

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**EKONOMETRİ ANABİLİMDALI**

**KÜRESEL CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN  
ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ  
(Doktora Tezi)**

**Seyhat BAYRAK GEZDİM**

**Danışman: MUSTAFA SEVÜKTEKİN**

**Bursa – 2017**

T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ekonometri Anabilim/ Dalı, Ekonometri Bilim Dalı'nda 711217002 numaralı Seyhat BAYRAK GEZDİM'in hazırladığı "KÜRESEL CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ" konulu doktora ile ilgili tez savunma sınavı, 20/07/2017 günü 14.30 - 16.30 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının ..... başarılı ..... (başarılı/başarısız) olduğuna ..... oybirliği ..... (oybirliği/oy çokluğu) ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav  
Komisyonu Başkanı)  
Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa Sentekekin

Üye  
Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Doc. Dr. Erkan ÖZDEMİR  
Uludağ Üniversitesi

Üye  
Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Prof. Dr. Mahmut Zorluk  
Dumlupınar Üny.

Üye  
Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Doc. Dr. Mustafa Kemal BEŞER  
ESOGÜ

Üye  
Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Doc. Dr. Özer Arabacı  
Uludağ Üniversitesi

20/07/2017

T.C. ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 17.07.2017

Tez Başlığı / Konusu: "KÜRESEL CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ"

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 205..... sayfalık kısmına ilişkin, 17.07.2017 tarihinde şahsım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından (Turnitin)\* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 14. 'tür.

Uygulanan Filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar dahil/ hariç
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı: Seyhat BAYRAK GEZDİM

Öğrenci No: 711217002

Anabilim Dalı: Ekonometri

Programı: Ekonometri

Statüsü: Doktora

Danışman

Prof. Dr. Mustafa Serinçkin



Tarih ve İmza

17/07/2017



## Yemin Metni

Doktora tezi olarak sunduğum "KÜRESEL CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ" Başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

Tarih ve İmza

17/07/2017  


**Adı Soyadı:** Seyhat BAYRAK GEZDİM

**Öğrenci No:** 711217002

**Anabilim Dalı:** Ekonometri

**Programı:** Ekonometri

**Statüsü:** Doktora

## ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Seyhat BAYRAK GEZDİM

Üniversite : Uludağ Üniversitesi

Enstitü: Sosyal Bilimler Enstitüsü

Anabilim Dalı : Ekonometri

Bilim Dalı : Ekonometri

Tezin Niteliği : Doktora Tezi

Sayfa Sayısı : xiii+215

Mezuniyet Tarihi : .... / .... / 20.....

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa SEVÜKTEKİN

### **KÜRESEL CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ**

Bu çalışmada STIRPAT modeli aracılığıyla CO<sub>2</sub> emisyonunun artmasında rol oynayan insan kaynaklı faktörlerin yanı sıra demokrasi düzeyi ve finansal açıklığın emisyon dağılımı üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çalışmada 1980-2015 yıllarını kapsayan 165 ülke verisinin ele alındığı panel veri seti kullanılmaktadır. Küresel CO<sub>2</sub> emisyon dağılımı heterojen yapıya sahip olduğu için klasik regresyon teknikleri yerine kantil regresyon yöntemi kullanılmaktadır. Gecikmeli bağımlı değişkenin etkisi Galvao (2009) tarafından geliştirilen dinamik panel kantil regresyon modeli ile incelenmektedir. Nüfus, ekonomik büyüme, endüstriyel faaliyetler ve demokrasinin düşük ve yüksek emisyon düzeylerinde farklı etkileri olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Finansal açıklığın emisyon dağılımı üzerinde etkisi anlamsızdır.

**Anahtar Sözcükler:**CO<sub>2</sub> Emisyonu; STIRPAT Modeli; Dinamik Panel Kantil Regresyon; Demokrasi; Finansal Açıklık



## ABSTRACT

Name and Surname : Seyhat BAYRAK GEZDİM

University : Uludag University

Institution : Social Science Institution

Field : Econometrics

Branch: Econometrics

Degree Awarded : PhD

Page Number : xiii+215

Degree Date : .... / .... / 20.....

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa SEVÜKTEKİN

### ANALYSIS OF DETERMINANTS OF GLOBAL CO<sub>2</sub> EMISSIONS: DYNAMIC PANEL QUANTILE REGRESSION MODEL

This study examines the effects of anthropogenic factors through STIRPAT model as well as democracy and financial openness which play a role in increasing on CO<sub>2</sub> emissions. The study uses a panel data set of data 165 countries from over the period 1980-2015. Instead of classical regression techniques, quantile regression is used because the global CO<sub>2</sub> emission distribution is heterogeneous. The effect of the lagged dependent variable is examined by Galvao (2009) who developed the dynamic panel quantile regression model. It has been found that population size, economic growth, industrial activities and democracy have different effects at low and high emission levels. The effect of the financial openness is not significant on the emission distribution.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> Emissions; STIRPAT Model; Dynamic Panel Data Quantile Regresyon; Democracy; Financial Openness

## TEŞEKKÜR

Doktora süresince öneri ve yapıcı eleştirileriyle bana ışık tutan, bu çalışmayı yapmam hususunda beni teşvik eden değerli danışman hocam Prof. Dr. Mustafa SEVÜKTEKİN' e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Akademik kariyerime başladığım ilk günden itibaren bana her zaman destek olan ve moral veren, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, ışığıyla yolumu aydınlatan ve bana mesleğimi sevdiren değerli hocam Prof. Dr. Mahmut ZORTUK' a en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmama yapmış oldukları değerli katkıları için Tez İzleme Komitesi'ndeki ve Jüri üyelerindeki hocalarıma çok teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman ve her konuda fikirlerini benimle paylaşan sevgili hocam Doç. Dr. Eylem ACAR' a gerek bu tez çalışmasındaki değerli görüşlerini sunduğu, gerekse akademik hayatım üzerindeki dokunuşlarını benden esirgemediği için çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince hiçbir fedakârlığı ve desteği esirgemeyen, bulunduğum konum ve eğitim düzeyinde olmamı borçlu olduğum aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, zorlu günler ve haftaları benimle birlikte sabırla geçmesini bekleyen, kendisini ihmal etmeme rağmen anlayış ve desteğini hiç esirgemeyen, her zaman bana güç veren ve geleceğe umutla bakmamı sağlayan değerli eşim Lütfü GEZDİM' e çok teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI .....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLOLAR .....	x
ŞEKİLLER.....	xi
KISALTMALAR .....	xii
GİRİŞ .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ÇEVRE SORUNLARI, ORTAYA ÇIKIŞ SÜRECİ VE ÇEVRESEL POLİTİKALAR

1.1. ÇEVRE KAVRAMI VE ÇEVRESEL SORUNLARIN ORTAYA ÇIKIŞI.....	4
1.2. ÇEVRESEL SORUNLAR VE NEDENLERİ .....	7
1.3. ÇAĞIMIZIN PROBLEMİ: KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ .....	10
1.4. ÇEVRESEL SORUNLARIN İNSAN KAYNAKLI ETMENLERLE İLİŞKİSİ ....	14
1.4.1. Çevresel Sorunlar ve Nüfus İlişkisi .....	15
1.4.2. Çevresel Sorunlar Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi .....	17
1.4.3. Çevresel Sorunlar ve Teknolojik Gelişme İlişkisi .....	22
1.5. KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE KARBON EMİSYONUNU AZALTMAYA YÖNELİK ANLAŞMALAR VE POLİTİKALAR .....	23
1.5.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi (UNFCCC) .....	26
1.5.2. Kyoto Protokolü .....	27
1.5.2.1. Proje Temelli Esneklik Mekanizmaları.....	31
1.5.2.1.1. Temiz Kalkınma Mekanizması .....	31
1.5.2.1.2. Ortak Yürütme Mekanizması.....	32
1.5.2.2. Piyasa Temelli Esneklik Mekanizmaları.....	33
1.5.2.2.1. Emisyon Ticaret Sistemi .....	33
1.5.2.2.2. Gönüllü Karbon Piyasaları .....	35
1.5.3. Bali Eylem Planı .....	36
1.5.4. Kopenhag Mutabakatı .....	37

1.5.5. Cancun Zirvesi .....	39
1.5.6. Paris İklim Zirvesi.....	40

## İKİNCİ BÖLÜM

### KANTİL REGRESYON VE PANEL VERİ MODELLERİ

2.1. KANTİL REGRESYON MODELLERİ.....	43
2.1.1. Kantil Kavramı.....	44
2.1.2. Anakütlenin Modellenmesi .....	45
2.1.2.1. Kümülatif Dağılım Fonksiyonu .....	46
2.1.2.2. Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu .....	46
2.1.2.3. Kantil Fonksiyon.....	47
2.1.2.4. Kantil Yoğunluk Fonksiyonu.....	49
2.1.3. Kantil Regresyon.....	49
2.1.4. Kantil Regresyonun Özellikleri .....	55
2.1.5. Kantil Regresyon Tahminlerinin Hesaplanması ve Yorumlanması.....	57
2.1.5.1. Doğrusal Programlama Yöntemiyle Parametre Tahmini.....	59
2.1.5.2. GMM Tahmin Yöntemiyle Parametre Tahmini.....	61
2.1.6. Kantil Regresyona Ait Asimtotik Sonuçlar .....	62
2.1.7. Bootstrap Yöntemi İle Asimtotik Kovaryansın Belirlenmesi .....	64
2.1.8. Wald Testi .....	66
2.1.8.1. İki Örneklem Konum Değişim Testi.....	66
2.1.8. Genel Doğrusal Hipotezler.....	67
2.2. PANEL VERİ MODELLERİNE GİRİŞ.....	68
2.2.1. Panel Veri Kavramı.....	69
2.2.2. Panel Verinin Avantajları ve Dezavantajları.....	70
2.2.3. Panel Veri Regresyon Modelleri .....	73
2.2.3.1. Statik Panel Veri Modelleri.....	73
2.2.3.1.1. Sabit Etkiler Modeli .....	76
2.2.3.1.2. Rassal Etkiler Modeli.....	77
2.2.3.2. Sabit ve Rassal Etkiler Modellerine Ait Tahmin Yöntemleri .....	79
2.2.3.2.1. Sabit Etkiler Tahmin Yöntemleri.....	79
2.2.3.2.2. Rassal Etkiler Tahmin Yöntemleri.....	82
2.2.3.3. Sabit Etkili ve Rassal Etkili Modellerin Karşılaştırılması .....	85

2.2.3.4. Dinamik Panel Veri Modelleri .....	87
2.2.3.4.1. Sabit Etkili Dinamik Panel Veri Modeli .....	90
2.2.3.4.2. Rassal Etkili Dinamik Panel Modeli .....	91
2.2.3.5. Dinamik Sabit ve Rassal Etkiler Modellerinin Tahmin Yöntemleri.	92
2.2.3.5.1. Dinamik Sabit Etkili Tahmin Yöntemleri .....	93
2.2.3.5.2. Dinamik Rassal Etkili Tahmin Yöntemleri.....	99

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### PANEL KANTİL VE DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELLERİ

3.1. PANEL KANTİL REGRESYON MODELLERİ.....	103
3.1.1. Havuzlanmış Kantil Regresyon Modeli .....	104
3.1.2. Sabit Etkili Panel Kantil Regresyon Modeli .....	105
3.1.2.1. Cezalandırılmış Kantil Regresyon Tahmin Yöntemi.....	108
3.1.2.2. Lamarche Tahmin Yöntemi .....	112
3.1.2.2. İki Aşamalı Panel Kantil Regresyon Modeli .....	117
3.1.3. İlişki Rassal Etkiler Panel Kantil Regresyon Modeli.....	123
3.2. DİNAMİK PANELKANTİL REGRESYON MODELİ.....	127
3.2.1. Sabit Etkili Dinamik Panel Kantil Regresyon Modeli .....	128
3.2.1.1. Araç Değişkenli Dinamik Panel Kantil Regresyon Tahmin Yöntemi .....	131
3.2.1.2. Cezalandırılmış Sabit Etkili Araç Değişken Kantil Regresyon Tahmin Yöntemi .....	133
3.3. LİTERATÜRDE YER ALAN PANEL KANTİL VE DİNAMİK PANEL KANTİL ÇALIŞMALARI .....	139

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ

4.1. ÇEVRESEL ETKİYE YÖNELİK TEORİK YAKLAŞIMLAR .....	143
4.1.1. İnsan Ekolojisi: POET, IPAT ve STIRPAT.....	144
4.1.1.1. POET.....	146
4.1.1.2. IPAT .....	148

4.1.1.3. STIRPAT.....	154
4.1.2. Kaya Özdeşliği.....	161
4.1.3. Çevresel Kuznets Eğrisi .....	163
4.2. LİTERATÜR TARAMASI.....	167
4.3. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI.....	171
4.4. VERİ SETİ VE MODEL .....	175
4.3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	178
SONUÇ .....	185
KAYNAKLAR .....	191
EKLER.....	206
ÖZGEÇMİŞ .....	213



## TABLULAR

<b>Tablo 1.1.</b> Enerji Kaynak Kullanımının Neden Olduğu Çevresel Sorunlar .....	9
<b>Tablo 1.2.</b> Sera Gazlarının Küresel ısınmadaki Nispi payları, Değişimleri ve Konsantrasyonları .....	13
<b>Tablo 1.3.</b> Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmalarının Temel Tanımları.....	30
<b>Tablo 4.1.</b> Değişken Tanımlamaları ve Veri kaynakları .....	176
<b>Tablo 4.1.</b> Model Tahmin Sonuçları.....	180
<b>EK – 1 Tablo 1A.</b> Betimsel İstatistikler .....	206
<b>EK – 2 Tablo 2A.</b> Korelasyon Matrisi .....	207
<b>EK – 4 Tablo 3A.</b> Karbon Emisyonları Bakımından Ülke Sıralaması .....	209
<b>EK – 5 Tablo 4A.</b> Yatay Kesit Bağımlılığı Testi .....	210
<b>EK – 5 Tablo 5A.</b> CIPS Panel Birim Kök Test Sonuçları .....	210
<b>EK – 6 Tablo 6A.</b> Eğim Parametrelerinin Eşitliği İçin Wald Testi (Alternatif $\lambda$ Parametre Değerleri).....	211
<b>EK – 7 Tablo 7A.</b> Farklı Ceza Parametre Değerleri İçin Yanlılık ve RMSE .....	212

## ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Dünya Enerji Üretimindeki Enerji Kaynaklarının Payları (1971-2030) .....	9
Şekil 1.2. Dünya Nüfusundaki Büyüme (1800-2050) .....	15
Şekil 1.3. Çevresel Bozulma ve Gelir Arasındaki İlişki: Çevresel Kuznets Eğrisi .....	20
Şekil 2.1. Kümülatif Dağılım Fonksiyonu .....	46
Şekil 2.2. Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu .....	47
Şekil 2.3. Kantil Fonksiyonu .....	48
Şekil 2.4. Kantil Kayıp Fonksiyonu .....	52
Şekil 2.5. Farklı Kantil Değerleri İçin $\rho_{\tau}(u)$ Fonksiyonu .....	53
Şekil 4.1. Duncan'ın POET Modeli .....	147
EK – 3 Şekil 1A. Demokrasi Değişkeninin Histogram Grafiği .....	208
EK – 3 Şekil 2A. CO <sub>2</sub> Değişkeninin Histogram Grafiği .....	208
EK – 7 Şekil 3A. Ayar Parametre Seçim Grafiği .....	212

## KISALTMALAR

AAU	Assigned Amount Units (Tahsislendirilmiş Miktar Birimi)
CDF	Cumulative Distribution Function (Kümülatif Dağılım Fonksiyonu)
CDM	Clean Development Mechanism (Temiz Kalkınma Mekanizması)
CER	Certificated Emission Reductions (Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltım Kredisi)
CFCs	Chlorofluorocarbon (Kloroflorokarbon)
CH <sub>4</sub>	Methane (Metan)
CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide (Karbondioksit)
CRE	Correlated Random Effects (İlişkili Rassal Etkiler)
DPQR	Dynamic Panel Quantile Regression (Dinamik Panel Kantil Regresyon)
DPQRFE	Dynamic Panel Quantile Regression with Fixed Effects (Sabit Etkili Dinamik Pnael Kantil Regresyon)
EIA	Energy Information Administration (Enerji Bilgi Yönetimi)
EKC	Environmental Kuznets Curve (Çevresel Kuznets Eğrisi)
EKK	En Küçük Kareler
EMS	En küçük Mutlak Sapma
ERU	Emission reduction Unit (Emisyon Azaltım Kredisi)
ET	Emission Trading (Emisyon Ticareti)
EU ETS	European Union Emission Trading Scheme (Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Programı)
GMM	Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi
IEA	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
IPAT	Environmental Impact on Population, Affluence and Technology
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli)
JI	Joint Implementation (Ortak Yürütme)
MTOE	Million Tonnes of Equivalent (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri)
NAFTA	North American Free Trade Agreement ( Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması)
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Action (Ulusal Programlarına Uygun Azaltım Faaliyetleri)



NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi)
N <sub>2</sub> O	Nitrous oxide (Azot oksit)
O <sub>3</sub>	Ozone (Ozon)
PDF	Probability Density Function (Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu)
PDPQRFE	Penalized Dynamim Panel Quantile Regression with Fixed Effects (Cezalandırılmış Sabit Etkili Dinamik Panel Kantil Regresyon)
PIVQRFE	Penalized Instrumental Variables Quantile Regression with Fixed Effects (Cezalandırılmış Sabit Etkili Araç Değişken Kantil Regresyon)
PQR	Panel Quantile Regression (Panel Kantil Regresyon)
PQRFE	Panel Quantile Regression with Fixed Effects (Sabit Etkili Panel Kantil Regresyon)
QDF	Quantile Density Function (Kantil Yoğunluk Fonksiyonu)
QF	Quantile Function (Kantil Fonksiyonu)
QRDPIV	Quantile Regression Dynamic Panel Data Instrumental Variables (Sabit etkileri İçeren Araç Değişkenli Dinamik Panel Kantil Regresyon)
STIRPAT	Stochastic Impact by Regreesion on Population, Affluence and Technology
UNEP	United Nations Environmental Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)
VER	Voluntary or Verified Emission Reduction (Gönüllü veya Onaylı Emisyon Azaltımı)
WMO	World Meteorological Organization (Dünya İklim Konferansı)



## GİRİŞ

İnsanoğlu varoluşlarından öncesinde dahi çevreyle iç içedir. Bireyler yaşamlarını sürdürebilmek ve ihtiyaçlarını karşılayabilmek için çevredeki diğer canlıları ve doğayı kullanmak zorunda; dolayısıyla çevreyi etkilemekte ve ondan etkilenmektedir. İnsanoğlunun çevre üzerindeki olumsuz etkileri çevre kirliliğini diğer bir deyişle çevresel sorunları ortaya çıkarmaktadır. Çevresel sorunlar 1800'lü yıllarda petrol ve türevlerinin yaygın olarak kullanılmasıyla büyük ivme kazanmış günümüzde ise sadece bölgesel değil tüm dünyayı ilgilendiren sorunları beraberinde getirmiştir.İngiliz The Guardian gazetesinin gelecek 70 yıl içerisinde dünyanın ve insanoğlunun varlığını tehdit edebilecek "on büyük tehlike" araştırmasında küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunu ilk sırada yer almaktadır. Küresel ısınmaya atmosferde yer alan sera gazlarının neden olduğu düşünölmektedir. Bu sorunun ortaya çıkmasında sera gazları içerisindeki payı en fazla olan karbondioksit gazının rolü oldukça büyüktür. Dünyadaki emisyon yoğunluğunun artışı araştırmacıların, bilim adamlarının, politika yapıcılarının ilgisini çekmekte ve emisyon azaltımına yönelik tedbirler alınmasını sağlayabilecek yöntemler geliştirilmesine neden olmaktadır. Özellikle çevre bilimciler, küresel ısınma gibi çevresel sorunların ortaya çıkmasında etkili olan insan kaynaklı faktörlerin belirlenmesinin gerekliliğini vurgulamakta ve bu faktörlerin çevre üzerindeki etkilerinin incelenmesi için modeller geliştirilmektedir.

Sosyal bilimlere ait verilerin analizinde genellikle klasik regresyon teknikleri kullanılmaktadır. Fakat bu teknikler dağılımın heterojen yapısının net resmini ortaya koymamakta ve uç değerlerinden etkilenmektedir. Dolayısıyla alternatif regresyon modellerine başvurulmaktadır. Alternatif modeller arasında yer alan kantil regresyon modeli dağılımın heterojenliğini dikkate almakta ve klasik regresyon tekniklerine göre daha sağlam (robust) tahminciler sağlamaktadır. Kantil regresyon modelleri model tahminlerinde bağımlı değişkeninin bütün koşullu dağılımı üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin analiz edilmesinden dolayı son yıllarda literatürde sıklıkla tercih edilmekte ve farklı modeller ile yöntemler birleştirilmektedir. Bunlar arasında yer alan ve Galvao (2009) tarafından literatüre kazandırılan dinamik panel kantil regresyon modelleri dinamik panel veri modellerinin kantil regresyon modellerine uyarlanmış şeklini oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, küresel bir sorun haline gelen karbondioksit emisyonunun azaltılmasına yönelik küresel, bölgesel veya ölkeler grupları

uygulamalarında genellikle klasik regresyon teknikleri yardımıyla faktörler analiz edilmektedir. Küresel boyuttaki karbondioksit emisyonunun dağılımı normal değil, aksine çarpıktır. Bu durumda klasik regresyon teknikleri kullanılarak yapılan çalışmaların sonuçlarının güvenilirliğine şüpheyle bakılmaktadır. Bunun yerine kantil regresyon yöntemi kullanılarak emisyon dağılımı üzerinde etkili olan etmenlerin net bir resmi ortaya konulabilmektedir.

Bu çalışmada küresel ısınma sorunuyla mücadele edebilmek için, sera gazı emisyonlarında önemli paya sahip olan karbondioksit emisyonlarının artmasında etkili rol oynayan insan kaynaklı faktörlerin düşük ve yüksek emisyon düzeylerindeki etkilerinin net bir şekilde belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla geleneksel ekonometrik tekniklerin kullanılması yerine alternatif yöntemler arasında yer alan kantil regresyon modelinin kullanılması tercih edilmiştir. Kantil regresyon modelleri, bağımlı değişken üzerindeki sapan/uç değer gözlemlerin varlığına daha az duyarlı ve daha robust tahmincilerin elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu durum özellikle emisyon dağılımının ortak özelliği olan çarpıklık durumunda oldukça kullanışlı olduğu görülmektedir. Kantil regresyon tahmincisi ile her bir kantil için olası tek bir çözümün elde edilebilmesi sağlanmakta; bu amaçla ilgili belirleyicilerin ülkelerin karbondioksit emisyon dağılımlarına göre konumlarını nasıl etkilediği değerlendirilebilmektedir. Karbondioksit emisyonunun artmasında etkili olan fosil yakıtların kullanımı, ulaşım, sanayileşme gibi aktivitelerin etkilediği çevresel politika verimliliklerinin artırılması için insan kaynaklı emisyon artışını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve ölçülmesi önem arz etmektedir. Çalışmada, karbondioksit emisyon düzeyini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla Dietz ve Rosa (1994) ve York vd. (2003a, 2003b) tarafından geliştirilen STIRPAT modeli kullanılarak, farklı emisyon düzeylerinde etkili olan her bir itici gücün ekolojik esneklikleri hesaplanmıştır. Bununla birlikte demokrasi – finansal açıklık – emisyon ilişkisinin birlikte ele alınarak emisyon dağılımı üzerindeki etkileri gecikmeli emisyon değişkeninin modelde açıklayıcı değişken olarak yer aldığı dinamik panel kantil regresyon yöntemiyle analiz edilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde çevre ve çevresel sorunlar açıklanmaktadır. Sadece ulusal değil uluslararası bir sorun haline gelen küresel ısınmanın ortaya çıkmasında rol oynayan karbondioksit emisyonunu ortaya çıkarabilecek etmenler açıklanmaktadır.

Bunun yanı sıra emisyonunun azaltılmasına yönelik yapılan anlaşmalar ve politikalar tarihsel sıralama dikkate alınarak verilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde alternatif regresyon yöntemleri arasında yer alan kantil regresyon modeli ve gözlemlenemeyen birim heterojenliğini dikkate alarak birim ve zaman boyutunu içeren panel veri modelleri hakkında bilgi verilmektedir. Panel veri modelleri kısmı çalışmada bütünlük sağlaması için statik ve dinamik panel veri modelleri olarak iki alt başlık altında incelenmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde literatürde son yıllarda sıklıkla tercih edilen panel kantil regresyon modelleri, tahmin yöntemleri hakkında detaylı bilgi verilmektedir. Kavramsal bütünlüğü bozmaması adına dinamik panel veri modellerinin kantil regresyon modelleri çerçevesinde uyarlanmış şekli bu bölüm altında açıklanmaktadır. Dinamik panel veri modelleri ve tahmin yöntemlerine ilişkin bilgiler verilmektedir.

Çalışmanın uygulama bölümünde çevresel etkiye neden olan insan kaynaklı faktörlerin incelenmesine yönelik geliştirilen modeller açıklanmaktadır. Bu modeller arasından çevresel etki üzerinde antropojenik faktörlerin analiz edilmesine olanak sağlayan STIRPAT modeli yardımıyla karbondioksit emisyonu üzerinde etkili olan faktörlerin emisyonun farklı dağılımı üzerindeki etkileri gecikmeli şoklarının dahil edildiği dinamik model yapısında incelenmekte ve elde edilen bulgular yorumlanmaktadır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ÇEVRE SORUNLARI, ORTAYA ÇIKIŞ SÜRECİ VE ÇEVRESEL POLİTİKALAR

Günümüzde hem ulusal hem de uluslararası düzeyde ciddi bir tehdit unsuru haline gelen sorunların başında doğanın ve çevrenin kirlenmesi gelmekte ve özellikle son yıllarda çevre sorunlarının giderek arttığı görülmektedir. Artan çevre sorunları sosyal, ekonomik, politik, kültürel, vb. birçok alanda olumsuz etki yarattığından, bu sorunların nedenlerinin ve toplumsal etkilerinin incelenmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda, söz konusu sorunlar ve bu sorunların etkileri hem yerel hem de küresel düzeyde ilgi çeken araştırma konuları arasında yer almaktadır.

Bu bölümde, çevre kavramına ilişkin farklı tanımlamaların yapılmasının ardından çevresel sorunların ortaya çıkış süreci ve bu sorunların ortaya çıkmasında etkili olan insan kaynaklı (antropojenik) faktörlerin çevre ile olan ilişkisi açıklanmıştır. Küresel bir boyuta ulaşan ve çevre sorunlarının başında yer alan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en büyük etkileyici unsuru olarak bilinen karbondioksit emisyonunun azaltılmasına yönelik araç ve politikaların üzerinde durulmuştur.

#### 1.1. ÇEVRE KAVRAMI VE ÇEVRESEL SORUNLARIN ORTAYA ÇIKIŞI

Çevre kelimesi, kapsayan, çevreleyen anlamına gelen “*Envoria*” kelimesinden türetilmiştir. Bu kavram hem abiyotik (fiziksel veya cansız) hem de biyotik (canlı) çevreyi ifade etmektedir.<sup>1</sup> Genel anlamıyla çevre, yaşadığımız ortam anlamına gelmekte ve hayatta kalmak için doğrudan ya da dolaylı olarak bağımlı olunan hayvanlar, bitkiler gibi canlı veya toprak, su, hava gibi cansız bileşenleri kapsamaktadır.

---

<sup>1</sup> Pratisha Padmasri Deka, “Psychological Dependence And Association Of Man With Environment: A Conceptual Study”, *International Journal Of Management and Social Science Research Review*, 1, 17, 2015, ss. 120.

Çevre kavramı ilk bakışta ne kadar açık ve kolay anlaşılabilir görünse de kapsamı bakımından sınırlarının çizilmesi ve açıklanması oldukça zor bir kavramdır. Literatürde çevre kavramına ilişkin birçok tanımlama mevcuttur:

Altuğ (1990)' a göre çevre, canlıların biyolojik, ekonomik, toplumsal ve kültürel yaşamlarını sürdürdüğü bir ortamdır.<sup>2</sup>

E. J. Ross ise çevreyi, insanoğlunu etkileyen dış bir güç olarak tanımlamaktadır.<sup>3</sup>

Çevre Koruma Yasası'na göre çevre, insanoğlunun diğer canlı ve cansız varlıklarla arasındaki ilişkinin yanı sıra su, toprak ve havanın toplamı olarak tanımlanmaktadır.<sup>4</sup>

Taber's ansiklopedik tıp sözlüğü ise çevreyi, bir organizma ya da organizma grubunun gelişimini etkileyen etkileri veya koşulları kapsayan bir bütün olarak ifade etmektedir.<sup>5</sup>

Yapılan tanımlardan yola çıkılarak çevre kavramına ilişkin genel bir tanımlama yapılmak istendiğinde şu iki ifadeyle karşılaşılmaktadır. Doğal, ekonomik ve kültürel değerlerin bir bütünü olarak ele alınan çevrenin çevre sözlüğüne göre tanımı, belirli bir zamanda dolaylı ya da dolaysız olarak kişiyi etkileyen, ferdin maddi ve manevi gelişmesini ve yaşam koşullarını belirleyen biyolojik, coğrafi ve toplumsal etmenlerin tamamı şeklindedir.<sup>6</sup> Buna ek olarak, Keleş ve Hamamcı (1993) ise çevreyi insanlar, diğer canlılar ve cansız varlıkların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri; dolaylı ya da dolaysız etkileşim içinde buldukları fiziksel, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamın bütünü olarak ifade etmektedir.<sup>7</sup>

---

<sup>2</sup> Fevzi Altuğ, *Çevre Sorunları*, Yayın No.41, Bursa, Uludağ Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayını, 1990, s.10.

<sup>3</sup> A. Panneerselvam, Mohana Ramakrishnan (Aktaran), *Environmental Science Education*, New-Delhi, Sterling Publishers, 2005, s.1.

<sup>4</sup> Ministry Of Environment & Forests, "The Environment (Protection) Act, 1986", Department Of Environment, Forests & Wildlife Government Of India, New-Delphi, Mayıs 1986, [http://www.envfor.nic.in/legis/env/eprotect\\_act\\_1986.pdf](http://www.envfor.nic.in/legis/env/eprotect_act_1986.pdf), (16.09.2015), s. 2.

<sup>5</sup> Donald Venes, *Taber's Cyclopedic Medical Dictionary*, 21 b. , Philadelphia, F. A. Davis Company, 2009, s.783.

<sup>6</sup> Yavuz Bozkurt, *Çevre Sorunları*, Bursa, Ekin Kitabevi, 2012, s.6.

<sup>7</sup> Ruşen Keleş ve Can Hamamcı, *Çevrebilim*, Ankara, İmge Kitabevi, 1993, s.21.



İnsanoğlu dñnya ÷zerinde var olduğu gñnden bu yana yaşamını kolaylaştırmanın, refah ve mutluluğunu arttırma çabası içerisinde olmanın yanında kıtlığa karşı da kesintisiz bir savaşı devam ettirmektedir. Bu savaşta onun tek yardımcısı içinde doğup yařadđđı “tabiat” veya “evre” dir.<sup>8</sup> Kısacası, insanoğlu ilk çağlardan gñnñmñze kadar var oluşunu sñrdñrmek, bñyñmek ve gelişmek gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak için çevreyle sñrekli etkileşim halindedir. İhtiyaçların karşılanması perspektifinde yařadđđı çevreyi etkilemesi ve o çevreden etkilenmesi kaçınılmazdır. İnsanoğlu, doğayı ve doğal kaynakları olduğu gibi kabul etmediğinden her geçen gñn yaşam koşullarını iyileştirme amacıyla hem doğayı hem de kendisini sñrekli olarak değiştirmeye başlamıştır. Bu değişimleri gerçekleştirirken bilerek veya bilmeyerek diğer canlılara, doğal kaynaklara ve kendisine olumsuz etkileri olan kirliliğe neden olmuştur.

Çevresel sorunların ortaya çıkışı ve yoğunluk kazanmasında, Sanayi Devrimi önemli bir kırılma noktasını oluşturmaktadır. Bu dñnemle birlikte insan gñcñne dayalı enerji kaynaklarının yerini makine ve motorların almasıyla doğanın milyonlarca yılda depoladığı kñmñr, petrol gibi organik enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır. Kñmñrñn sanayide enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla ortaya çıkan hava, toprak ve su kirliliği bu dñnemde ilk fark edilen çevresel sorunlar arasında yer almaktadır. Sanayileşmenin ardından gelen teknolojik gelişmelerle ÷retim ve tñketicinin hızlı bir Şekilde artması sonucunda daha fazla ÷retim için doğanın bilinçsizce kullanılması, insanların ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için doğa ÷zerindeki baskısının gñn geçtikçe artmasıyla doğal denge bozulmuş ve çevresel sorunlar ortaya çıkmıştır. Diğer bir deyişle, insanoğlu beşeri faaliyetleri sonucunda evre sorunlarının ortaya çıkmasında etkili rol oynamaktadır.

Sanayileşmenin ilk aşamalarında çevresel sorunlar daha çok yerel ve bñlgesel dñzeyde ve sadece teknik boyutlarıyla incelenmiştir. Fakat gñnñmñz dñnyasında sanayileşmenin yaygınlaşmasıyla birlikte hızlı nñfus artışı, kentleşmenin hızlanması, ticaret hacminin bñyñmesi, teknolojik gelişmeler, ulaşım imkñnlarının gelişmesi, aşırı tñketicim ve bu faktñrlerle ilgili bilgi eksiklikleri neticesinde evre sorunları giderek daha

---

<sup>8</sup> Cihan Dura, “evre Sorunları ve Ekonomi”, *Tñrkiye evre Vakfı Yayınları*, Haziran 1991, <http://www.cihandura.com/akademik-yazilar/164-cevre-sorunlari-ve-ekonom.html> (16.09.2015), s.1.

karmaşık bir hal almakta ve küresel boyutta insanoğlunun varlığını tehdit eden bir sorun haline gelmektedir.

## 1.2. ÇEVRESEL SORUNLAR VE NEDENLERİ

Günümüzde toplumlar, üretim ve tüketim faaliyetlerini gerçekleştirirken doğal çevreyi dikkate almamaları nedeniyle gerek bölgesel gerekse küresel boyutta birçok çevresel sorunla yüzleşmek zorundadır. Açlık, susuzluk, biyolojik çeşitliliğin azalması, bitki örtüsü ve toprağın tahrip edilmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği, ozon tabakasının incilmesi gibi durumlar başlıca çevresel sorunlar arasında yer almaktadır.

Çevresel sorunların temelinde insanoğlunun doğaya hâkim olma arzusu ve onu sınırsızca kullanma düşüncesi yatmaktadır. Bu sorunların nedenlerini birçok başlık altında inceleyebilmek mümkündür. Ekonomik ve ekolojik sistemlerin karşılıklı etkileşimi, endüstri alanındaki gelişmelerle ilişkili olarak mevcut enerji kaynaklarının kullanımı ve beşeri faaliyetler tarafından doğal kaynakların aşırı kullanımı çevresel sorunların temel nedenleri olarak sıralanabilmektedir. Bunun yanı sıra, beşeri faaliyetler sonucu gerçekleşen sanayileşme, hızlı nüfus artışı, kentleşme, göç ve düzensiz şehirleşme, orman tahribi ve erozyon, eğitim yetersizliği, doğal bitki örtüsünün tahribi, yanlış arazi kullanımı gibi etmenler çevresel sorunların nedenleri arasında yer almaktadır. Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler toplumların gelişmesinde ve ekonomik kalkınmasında etkili olmasına rağmen, doğal kaynakların aşırı kullanımı, enerji üretim ve tüketim süreci sonunda tüketime sunulmayan atıkların ortaya çıkması çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Buna ek olarak, sanayi kuruluşlarının yanlış yer seçimi de sosyo-ekonomik kalkınmanın temel unsurlarından olan tarım, turizm gibi sektörlerin kaynaklarının yok olmasına neden olabilmektedir.<sup>9</sup> Sanayileşme sürecine paralel bir biçimde ortaya çıkan kentleşme olgusuyla birlikte plansız şehirleşme, enerji kaynaklarının aşırı ve bilinçsizce kullanımı, evsel atıkların hızlı artışı ekolojik dengenin bozulmasında etkin rol oynayarak çevresel sorunlara neden olmaktadır. Ayrıca sanayileşme ve kentleşmenin itici bir gücü olarak görülen hızlı nüfus artışının çevresel sorunların artmasında etkili olduğu dikkat çekmektedir. Kısacası hızlı nüfus artışı,

---

<sup>9</sup> Çağdaş Ümit Yazgan, “Tarihi Süreçte Toplum-Çevre İlişkileri ve Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkışı”, *e-Journal Of New World Science Academy*, 5,1, 2010, s.240.

sanayileşme ve kentleşme gibi etmenler çevresel sorunların temel nedenleri olarak görülebilmektedir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde çevresel sorunların temelini oluşturan en önemli etkenin sanayileşmeyle birlikte yoğunluk kazanan enerji üretim ve tüketimi olduğu dikkat çekmektedir.<sup>10</sup> Dünya üzerinde üretimdeki gelişmelere ve ticarete bağlı olarak, doğal kaynaklara ve özellikle enerjiye olan talebin günden güne arttığı görülmektedir. ABD Enerji Bilgi Yönetimi ( *U.S. Energy Information Administration – EIA*) tarafından yayımlanan Dünya Enerji Görünümü Raporu'na göre, 2040 yılında küresel ekonomide %150 büyüme, küresel enerji talebinde de gelişmekte olan ülkelerden kaynaklı üçte bir oranında artış yaşanması beklenmektedir.<sup>11</sup>

Enerji, ekonomik kalkınma için bir ön koşul olmanın yanında kamu sağlığı ve eğitim aracılığıyla insani gelişmeye katkıda bulunması, yiyecek ve barınma gibi temel ihtiyaçların karşılanmasına da yardımcı olmaktadır.<sup>12</sup> Kısacası, temel enerji kaynakları insan yaşamında önemli rol oynamakta ve ekonomideki hemen hemen her sektör bu enerji kaynaklarına bağımlı hale gelmektedir. Fosil yakıtları oluşturan kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının yanı sıra hidrolik enerji, jeotermal, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları da enerji üretim ve tüketiminde kullanılmak için doğadan elde edilen enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

Dünya üzerinde var olan fosil yakıt ekonomisi, bütün çıkarların temelini oluşturmaktadır. Bu durum bütün savaşların, mücadelelerin, elektronik endüstrisinin bile fosil yakıtlara bağlı olması nedeniyle dolaylı yoldan da olsa enerjiye bağlı olduğunu göstermektedir. Kısacası, dünya üzerindeki her şeyin enerjiye bağlı olduğuna dikkat çekilmektedir. Artan insan ihtiyaçları, enerji kaynak kullanım alanlarını çeşitlendirerek enerji tüketimini hızlandırmaktadır. Günümüzde, dünyadaki enerji üretimi açısından öncelikli olarak fosil yakıtları oluşturan petrol, doğalgaz ve kömür gibi yenilenemeyen

---

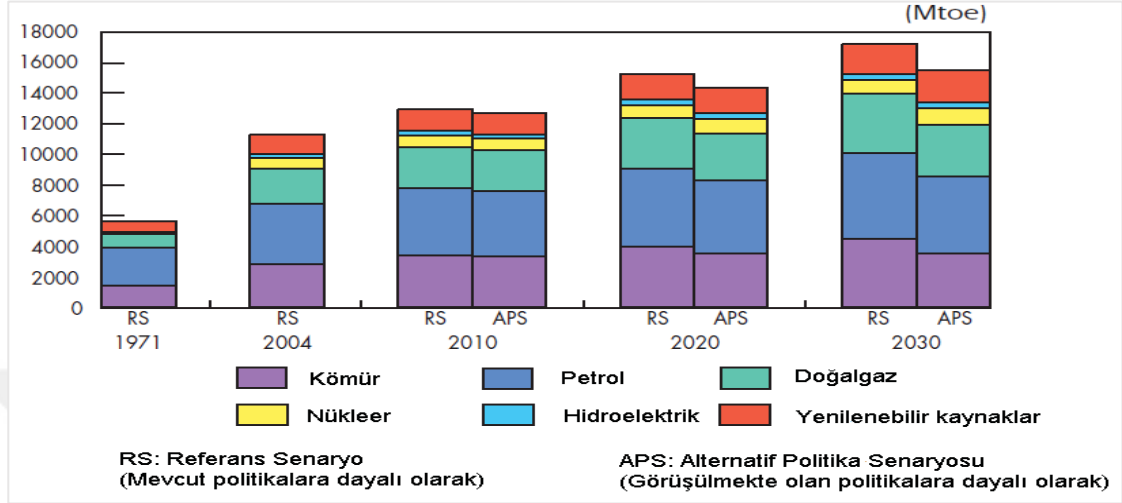
<sup>10</sup>Ferruf Ertürk, Atilla Akkoyunlu, Kamil B. Varınca, “Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri”, *TASAM Yayınları*, Türkasya Stratejik Araştırma Merkezi Stratejik Raporu, No: 14,Nisan 2016, ss.9-10.

<sup>11</sup> EIA, “Annual Energy Outlook 2015: With Projections on 2040”, U.S. Energy Information Administration, Nisan 2015, [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2015\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2015).pdf), (10.10.2015), s.140.

<sup>12</sup> IEA, “Energy and Development” (Chapter 10), *World Energy Look 2004*, International Energy Agency, 2004, <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2008-1994/weo2004.pdf>, (19.10.2015), s.329.

enerji kaynakları ilk sırayı almaktadır. Şekil 1.1’de dünyadaki enerji üretiminde kullanılan enerji kaynakları belirtilmektedir.

**Şekil 1.1: Dünya Enerji Üretimindeki Enerji Kaynaklarının Payları (1971-2030)**



Kaynak: International Energy Agency (IEA) (2007, s.46)

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere, dünyada en çok kullanılan enerji kaynakları kömür ve petroldür. İkinci sırada ise son yıllarda önem kazanan ve tüketimi hızla artan doğalgaz gelmektedir. İlerleyen yıllarda ise, alternatif enerji kaynakları arasında yer alan yenilenebilir enerji kaynakları enerji talebinde değer kazanacaktır.

Yapılan araştırmalar, enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtların çevre üzerinde birçok olumsuz etkiye neden olduğunu göstermektedir. Enerji kaynakları kullanımının neden olduğu çevresel sorunlar ise Tablo 1.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.1: Enerji Kaynak Kullanımının Neden Olduğu Çevresel Sorunlar**

	Küresel Isınma ve İklim Değişikliği	Asit Yağmuru	Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü Kirliliği	Radyasyon Kirliliği
Petrol	✓	✓	✓	✓	✓	
Kömür	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Doğalgaz	✓	✓	✓		✓	
Nükleer			✓	✓		✓
Hidroelektrik	✓					
Rüzgâr					✓	
Güneş						
Jeotermal			✓	✓		

Kaynak: TMMOB Enerji Raporu (2006, s.45)

Not: İşaretli hücreler yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre üzerinde neden olduğu sorunları ifade etmektedir.

Tablo 1.1’de görüldüğü gibi enerji kaynakları kullanımı küresel ısınma ve iklim değişimi, asit yağmurları, su, toprak, gürültü ve radyasyon kirlilikleri gibi pek çok çevresel soruna neden olmaktadır. Örneğin, endüstri kuruluşlarının sanayi faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan kimyasal atıklarının akarsulara verilmesi, hızlı nüfus artışı nedeniyle kıyılar üzerine yapılan hatalı yerleşimler, gelişmiş ülkelerdeki evsel atıklar vb. unsurlar su kirliliğine neden olmaktadır. Kentlerde ısınma ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılan doğalgaz, kömür gibi yakıtların içerdikleri kükürt bileşenleri, endüstriyel tesislerin işlemesi için gerekli olan enerjinin kullanımının ardından atmosfere atık gazların salınımı, filtrelerin kullanılmaması da hava kirliliğinin unsurlarındandır. Bunların yanı sıra, çevresel sorunların başında tüm dünyayı ilgilendiren ve çağımızın en büyük tehditlerinden biri olarak kabul edilen sera gazı salınımlarının neden olduğu küresel ısınma ve iklim değişikliği gelmektedir.

### 1.3. ÇAĞIMIZIN PROBLEMİ: KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Son yıllarda, hızla gündeme gelen ve etkilerini tüm dünyada hissettirmeye başlayan en önemli olaylardan birisi de küresel ısınma ve iklim değişikliğidir. Bu değişiklikler sonucunda, dünyanın su kaynakları ve güneş enerjili su döngüsü değişime uğramakta; ayrıca bu değişim doğal dengenin bozulmasına ve dünyanın farklı bölgelerinde kuraklık ya da seller gibi felaketlerin yaşanmasına neden olmaktadır.<sup>13</sup>

Bilim dünyasında küresel ısınmaya ait tartışmalar 1980’li yıllarda yoğunlaşmaya başlarken bu tartışmaya kaynaklık eden iklim değişikliği tartışmaları ise çok daha öncelere dayanmaktadır. İklim bilimciler çok eski dönemlerden beri dünya iklimine etki eden unsurları anlamaya çalışmış ve bu yönde birçok farklı araştırmalar yapmışlardır. Buzul çağı ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda dünya ikliminde zaman zaman çok köklü değişikliklerin meydana geldiğinin saptanmasıyla birlikte bu değişikliklere hangi etmenlerin neden olduğu araştırılmıştır. Bu noktada üzerinde durulması gereken en önemli konulardan biri, insan kaynaklı faaliyetlerin iklim üzerinde etkili olup olmadığıdır.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Mehmet Tomanbay, *Dünyada Su ve Küresel Isınma Sorunu*, Ankara, Phoenix Yayınevi, 2008, s.81.

<sup>14</sup> Tomanbay, a.g.e., s.82.

19. yüzyıl sonlarında küresel ısınmaya dikkati çeken ilk kişi olarak bilinen İsveçli bilim adamı Svante Arrhenius, kömür gibi fosil yakıtların yakılması sonrasında atmosferdeki karbondioksit miktarının değiştiğini ve bunun da sera etkisi yoluyla gezegenin ortalama sıcaklığını arttıracak ve iklimi değiştirebileceği hususunda birtakım hesaplamalar yapmıştır. Arrhenius, karbondioksit seviyesinin sanayileşme çağı öncesine göre iki kat arttığı durumda dünyadaki sıcaklık değişikliğinin 5 ile 6 °C artacağını hesaplamıştır. Yapılan hesaplamaların günümüzde Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli' nin (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) 2007 yılında yayımlanan dördüncü raporundaki bulgularla örtüştüğü dikkat çekmektedir.<sup>15</sup>

1970'li yıllarda gelişmeye başlayan çevre bilinci ve duyarlılığı sonucunda iklim değişikliğinin yaratabileceği sorunlar ve dünyanın geleceği ile ilgili kaygılar bilim dünyasında büyük yankı uyandırmış; iklimin dışsal zorlamalarla değişebilir bir nitelikte olduğu fark edilmiştir. Karbondioksit ve diğer sera gazlarıyla iklim değişikliği arasındaki ilişki ilk defa James Hansen tarafından kanıtlanmıştır. 1988 yılında IPCC'nin kurulmasının ardından Nature Dergisi'nde Rus ve Fransız bilimciler Antarktika'daki Vostok istasyonundan alınan iki kilometrelik buz örnekleriyle dünya sıcaklığının 160 bin yıldan beri nasıl gittiğini ve bunun karbondioksitle olan ilişkisini ortaya koymuşlardır.<sup>16</sup> Yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin dünyanın oluşumundan Sanayi Devrimi' ne kadar olan süreçte doğal etkenlerden; Sanayi Devrimi'nden sonraki süreçte ise beşeri faaliyetlerden kaynaklandığını göstermektedir. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, çarpık kentleşme, fosil yakıtların kullanımı, aşırı enerji üretimi ve tüketimi, ormansızlaşma, atmosfere salınan partiküler madde gibi nedenlerle sera gazı emisyonundaki artışın neden olduğu küresel ısınmanın hem bölgesel hem de küresel boyutta iklimi etkilediği görülmektedir.

Küresel ısınmanın nedenleri, genel olarak doğal ve yapay nedenler olmak üzere iki alt başlıkta incelenmektedir. Dünyanın kendi etrafında ve güneş etrafındaki hareketleri, güneşten yayılan enerji miktarındaki artışlar gibi nedenler küresel ısınmanın doğal nedenlerini kapsamalarına rağmen, bu nedenler sonucu ortaya çıkan ısınmalar küresel bir çevre sorunu olarak değerlendirilmemektedir. Küresel ısınmanın çevresel

---

<sup>15</sup>Ömer Madra, *Niçin Daha Fazla Bekleyemeyiz: Küresel Isınma ve İklim Krizi*, İstanbul, Agora Kitaplığı, 2007, s.21-22.

<sup>16</sup> Madra, a.g.e., s.43.

sorun haline gelmesindeki en temel etmen beşeri faaliyetlere dayalı yapay nedenlerdir. Söz konusu beşeri faaliyetler ise fosil yakıtların yakılması (enerji üretimi, ısınma vb.), ormansızlaşma, hızlı nüfus artışı, sanayi (enerji ilişkili ve kimyasal süreçler, çimento üretimi gibi), ulaştırma (hava ve kara taşıtları, deniz taşımacılığı gibi), arazi kullanımı, katı atık yönetimi ve tarımsal etkinliklerin oluşturduğu sera gazları olarak sıralanabilmektedir.<sup>17</sup> Kısacası, küresel ısınmanın enerji, sanayi, ulaşım, tarım, ticaret ve ısınma için tüketilen yakıtların bir sonucu olduğu ifade edilmektedir.<sup>18</sup> Küresel ısınmanın oluşumunda %49 fosil yakıtların yakılmasıyla oluşan enerji kullanımı, %24 sanayileşme, %14 ormansızlaştırma ve %13 tarımsal faaliyetleri içeren beşeri faaliyetler etkili olmaktadır.<sup>19</sup>

IPCC' nin raporlarına göre, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), azotoksit (N<sub>2</sub>O) ve ozon (O<sub>3</sub>) gazları ile endüstriyel üretim sonucu ortaya çıkan kloroflorokarbonların (CFCs) tümü sera gazı olarak ifade edilmektedir. Beşeri faaliyetler sonucu ortaya çıkan bu sera gazlarının küresel ısınma üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir.<sup>20</sup> Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar gözlenen küresel ısınmada beşeri faaliyetlerin etkisinin gün geçtikçe arttığı ve bunda beşeri faaliyetlerden kaynaklanan karbondioksitin önemli rol oynadığı görülmektedir. Atmosferde doğal olarak oluşmasına rağmen fosil yakıtların yanması ve arazi kullanımı değişikliğinin, özellikle ormansızlaşmanın karbondioksit oluşumunda etkisi büyüktür. Diğer önemli gaz türü ise, organik atıkların oksijensiz ortamda ayrışması sonucunda meydana gelen metan gazıdır. Fosil yakıtların üretim ve dağıtımını, pirinç tarımı, çiftlik gübreleri, çöp yığınları ve bataklıklar temel metan gazı kaynağı olarak bilinmektedir. Azotoksit ise tarıma açık topraklar, araç egzozları, büyükbaş hayvan yemleri, kimya sanayi faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.<sup>21</sup> Ozonun başlıca kaynağı ise egzoz gazlarının 2/3'ünü oluşturan azotoksitlerin ultraviyole ışınlarıyla reaksiyona girmesidir. Son olarak kloroflorokarbonlar ise, klorin, flürin,

---

<sup>17</sup> DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), "İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (DPT: 2532 – ÖİK: 548), Ankara,2000, s.2.

<sup>18</sup> Madra, a.g.e., s.159.

<sup>19</sup> Onur Gülbahar, "Küresel Isınma ve Turizme Olası Etkileri ve Türkiye", *KMU İİBF Dergisi*, 10, 15, 2008, s.166.

<sup>20</sup> IPCC, *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*, (ed.) J. T. Houghton, G.J.Jenkins, J.J. Ephraums, New York, Cambridge University Press, 1991, s. 15.[https://www.ipcc.ch/ipccreports/far/wg\\_i/ipcc\\_far\\_wg\\_i\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/ipccreports/far/wg_i/ipcc_far_wg_i_full_report.pdf), (26.04.2016).

<sup>21</sup> Gülbahar, a.g.m., s.168.



karbon ve çoğunlukla da hidrojen gazlarının karışımından oluşmaktadır.<sup>22</sup> Tablo 1.2’ de beşeri faaliyetler sonucu ortaya çıkan sera gazlarının küresel ısınmadaki nispi payları, Sanayi Devrimi öncesinden günümüze değişimleri, atmosferde kalma süreleri ve konsantrasyonları gösterilmiştir.

**Tablo 1.2:** Sera Gazlarının Küresel Isınmadaki Nispi Payları, Değişimleri ve Konsantrasyonları

Sera Gazları	Karbondioksit	Klorofloro karbonlar	Metan	Azotoksit	Ozon
<i>Konsantrasyon</i>	ppmv <sup>1</sup>	pptv <sup>2</sup>	ppbv <sup>3</sup>	ppbv	ppbv
<i>Sanayi Devrimi Öncesi</i>	280000	0	722	270	237
<i>Günümüzde</i>	399500	516	1834	328	337
<i>Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)</i>	1	10200	28	265	NA <sup>4</sup>
<i>Atmosferde kalma süresi (yıl)</i>	~100-300	100	12	121	Saat-gün <sup>5</sup>
<i>Nispi Katkısı (%)</i>	50-60	15-25	12-20	5-7	8
<i>Yıllık Artış Oranı (%)</i>	0,3-0,5	4-5	1	0,2	0,5

**Kaynak:**CDIAC, Recent Greenhouse Gas Concentrations (2016)

**Not:**<sup>1</sup> Milyon hacimde birim, <sup>2</sup> Trilyon hacimde birim, <sup>3</sup> Milyar hacimde birim ifade etmektedir. <sup>4</sup> Gaz halindeki diğer türlerin konsantrasyonu Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)’da bulunmaktadır. <sup>5</sup> Strosferde ozon gazı fotoliz ile sürekli oluşturulmaktadır.

Yukarıdaki tabloya göre, sera gazı emisyonları içerisinde yer alan CO<sub>2</sub>’nin küresel ısınma üzerinde %50-60 oranında etkiye sahip olması ve atmosferdeki ömrünün yaklaşık 100-300 yıl arasında olması, küresel ısınmada rol oynayan en önemli faktör olduğunu göstermektedir.

Küresel ısınmaya etkisi en fazla olan sera gaz türü CO<sub>2</sub>’nin temel emisyon kaynağı ise fosil yakıt kaynaklarının kullanılmasıdır. CO<sub>2</sub> emisyonunun büyük bir bölümü endüstri, ulaşım, ısı ve elektrik sektörlerindeki fosil kaynakların kullanımından kaynaklanmakta ve enerji tüketimi arttıkça karbondioksit emisyonu da artmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı’nın (*International Energy Agency – IEA*) tahminine göre, 2030

<sup>22</sup> H. Naci Bayraç, “Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar”, *Eskişehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 2, 2010, s.234.

yılına kadar enerji kullanımına bağlı küresel CO<sub>2</sub> emisyonunun %50' nin üzerinde artacağı ve gelişmekte olan ülkelerin bu artışın dörtte üçünü oluşturacağı belirtilmektedir.<sup>23</sup> Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri ve diğer sanayileşmiş ülkelerde enerjinin neredeyse tamamı kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir.<sup>24</sup> Başka bir deyişle, küresel ekonomilerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine kurulduğuna ve dünyanın en büyük ekonomilerinin en büyük kirleticiler olarak değerlendirildiğine dikkat çekilmektedir. 2014 yılında tüketilen toplam fosil yakıt miktarı yaklaşık olarak 13.7 milyon ton petrol eşdeğeri (MTOE)'dir. 2014 yılında dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık %81.1'i fosil yakıtlardan sağlanmış olup bu oranının 2040 yılında çok değişmeyip yine %79-82 civarında kalacağı ve tüketilecek fosil yakıt miktarının 18.7 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşacağı öngörülmektedir. IEA' nın bu öngörüsü, tüketilecek fosil yakıtlarla ortaya çıkacak CO<sub>2</sub> emisyonlarının daha da artacağına işaret etmektedir.<sup>25</sup>

Karbondioksit, kloroflorokarbonlar, metan, azotoksit ve ozon gibi faktörlerin neden olduğu sera gazı emisyonlarının etkilediği çevresel politikaların etkinliğini geliştirmek için, insan kaynaklı emisyonların artmasına neden olan faktörlerin belirlenmesi ve ölçülmesinin yanında çevresel sorunlar ile bu faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya konulması oldukça önemlidir.

#### 1.4. ÇEVRESEL SORUNLARIN İNSAN KAYNAKLI ETMENLERLE İLİŞKİSİ

Çevresel sorunların ortaya çıkmasında ve günümüz dünyasında küresel bir sorun haline gelmesinde beşeri faaliyetler önemli rol oynamaktadır. Çevre sorunları, gelişmiş ülkeler bakımından değerlendirildiğinde sanayileşmenin yarattığı endüstriyel kirlilik, katı atıklardaki artış ve sınırsız tüketim olarak görülürken; gelişmekte olan ülkeler için ise açlık, yoksulluk, aşırı nüfus, toprağın eşitsiz dağılımı ve doğal kaynakların tükenmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Sorunların ortaya çıkmasında genellikle nüfus, sermaye (bolluk) ve teknolojik gelişmelerin önemli rol oynadığı görülmektedir.

<sup>23</sup> Değer Alper, Adem Anbar, "Küresel Isınmanın Dünya Ekonomisine ve Türkiye Ekonomisine Etkileri", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 4, 2007, s.32.

<sup>24</sup> Orhan Çoban, Nazan Şahbaz Kılınç, "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonu İlişkisi: TR Örneği", *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 38, 2015, s. 196.

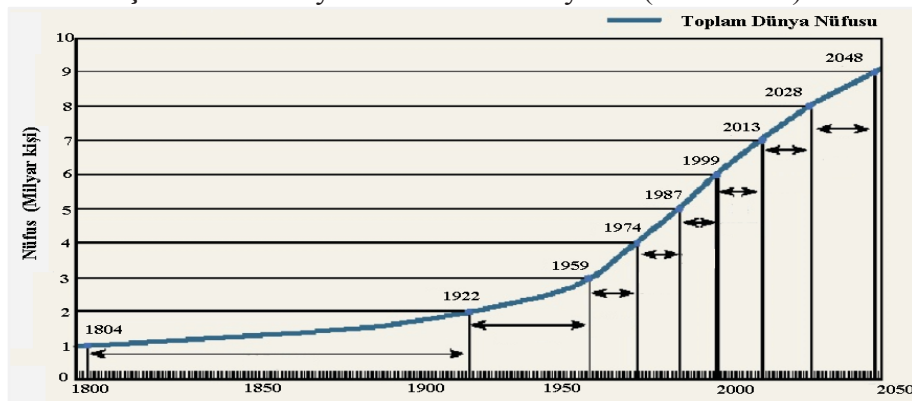
<sup>25</sup> IEA, Key World Energy Statistics, International Energy Agency, 2016 <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf> (25.04.2016), s.6.

Dünya üzerindeki güçlü ekonomileri etkileyen bu etmenlerin ekonomik sistemin merkezinde yer alan sermaye birikim sürecine çevrilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, çevre bilimciler genellikle çevresel sorunların Üçüncü Dünya ülkelerinde çevresel durumunun nüfusun kontrol edilmesi ile, Doğu’da teknoloji üzerindeki gelişmeler ile, Batı’da ise refahın sınırlanması ile basit bir şekilde iyileştirilebileceğini iddia etmektedir.<sup>26</sup> Kısacası, beşeri faaliyetler olarak belirtilen hızlı nüfus artışı, ekonomik kalkınma, kentleşme, sanayileşme ve beraberinde gelen teknolojik gelişmelerin çevre ve çevresel sorunlar üzerinde etkili olduğuna dikkat çekilmektedir.

#### 1.4.1. Çevresel Sorunlar ve Nüfus İlişkisi

İnsanoğlu canlı sınıfının en az üreyenlerinden biri olmasına rağmen, dünyadaki insan sayısının tarih boyunca sürekli olarak arttığı dikkat çekmektedir. İlk zamanlarda geçimini toplayıcılık ve avcılık ile sağlayan insanların, tarım toplumu olarak adlandırılan yerleşik hayata geçmesiyle dünya nüfusunda önemli bir artış yaşanmıştır. Sanayi Devrimi’nin ardından sanayi toplumuna geçilmesiyle ekonomik büyüme ve üretim artmaktadır. Dolayısıyla insanların yeni alanlar keşfetmeleriyle beslenme, barınma ve sağlık koşullarında yapılan iyileştirmeler sonucunda nüfustaki büyümenin geometrik olarak arttığı görülmektedir. Başka bir deyişle, nüfus artış oranlarının başlangıçta yavaş iken günümüze doğru hızlanarak artmaya başladığı ifade edilmektedir. Şekil 1.2’ de Sanayi Devrimi’nden sonra dünya nüfusundaki büyüme gösterilmiştir.

Şekil 1.2: Dünya Nüfusundaki Büyüme (1800-2050)



Kaynak: International Population Reports (1999, s.31)

<sup>26</sup> John Bellamy Foster, *The Vulnerable Planet: A Short Economic History Of The Environment*, New York, Monthly Review Press, 1999, s.31.

Dünyadaki nüfus artışı sorunu ilk kez İngiliz bilim adamı Thomas Robert Malthus tarafından bilimsel bir yaklaşım olarak ele alınmıştır. Malthus 1789 yılında yazdığı “*Nüfusun Toplumun Gelecekteki Gelişimine Etkileri Üzerine Bir Deneme*” isimli çalışmasında nüfusun geometrik bir dizi halinde artarken, gıda maddelerinin aritmetik bir diziyle arttığını belirtmiş ve bu konuyla ilgili herhangi bir önlem alınmadığı takdirde gelecekteki insanların açlık tehlikesiyle karşılaşacağını öne sürmüştür.<sup>27</sup> Malthus’un öne sürdüğü nüfus ve tarımsal üretim arasındaki bu dengesizlik teoremi, Sanayi Devrimi’nin ardından gelişen teknoloji çağıyla modern tarımın geldiği aşamalar göz önünde bulundurulduğunda geçerliliğini yitirmektedir. Bunun nedeni ise, Malthus’un yaşadığı dönemde insanların yaşadığı en büyük tehlikenin kıtlık sorunu olarak görülmesi ve tarım faaliyetlerinin insan gücüyle sınırlı kalmasıdır. Modern üretim tekniklerinin gelişmesiyle insanoğlu doğal kaynakları kullanarak üretimlerini gerçekleştirmeye, besin - üreme dengesini kurmaya başlamıştır.

İnsanlar gereksinimlerini karşılayabilmek için çevreye bağımlı halde yaşamaktadır. Yaşadıkları çevredeki doğal kaynakların sınırsız olmadığını göz önüne buldurmak zorundadır. Nüfus artışı, dünyadaki mevcut kaynak kullanımındaki rekabeti arttırması açısından oldukça önemlidir. Nüfusun artması ile daha fazla gıda, daha fazla barınak, daha fazla hizmet ve olanaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer bir deyişle, insan ihtiyaçlarının karşılanması için gelişime yönelik daha fazla faaliyete ihtiyaç duymaktadır. Sanayileşme ve hızlı nüfus artışı ile birlikte kentleşen toplumlar doğal kaynak kullanımalarını arttırmaktadır. Bu durum, özellikle ekonomik büyüme ile beraber kişi başına düşen tüketim miktarının artmasına neden olmakta ve dolayısıyla çevreyi olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bununla birlikte birey sayısındaki artışın yanı sıra, bir bölgede yaşayan insanların yaşam tarzlarının, tüketim kalıplarının değişmesi de çevre üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Kısacası, nüfus ve çevrenin karşılıklı olarak etkileşim içerisinde olmaları aralarındaki ilişkinin en temel özelliğini oluşturmaktadır.

Hızlı nüfus artışı ve beraberinde gelen çevresel sorunlar gıda güvenliği, su, toprak, hava gibi doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra tarım alanlarının genişlemesi, ormanlık alanların yok edilmesi, hızlı kentleşme ve kentlerdeki konut sayılarının artması çevre üzerinde beşeri faaliyetler

---

<sup>27</sup> Hayri Çamurcu, “Dünya Nüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar”, *Balikesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005, s.98.

sonucu ortaya çıkan değişiklikler arasında yer almaktadır. Bütün bu değişikliklerin küresel iklim sistemi üzerinde önemli etkilere sahip olduğu dikkat çekmektedir. Nüfus artışıyla birlikte yüksek düzeydeki tüketim ve sanayileşme, gelir ve toprak dağılımındaki eşitsizlik, uygun olmayan hükümet politikaları, yoksulluk ve etkin olmayan teknolojiler çevresel bozulmalara neden olmaktadır.

#### 1.4.2. Çevresel Sorunlar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

İnsanoğlu hayat standartlarını yükseltmek için daha fazla gelir elde etmeyi ve elde ettiği gelire refahını arttırmayı amaçlamakta ve bunun sonucunda daha fazla tüketim gerçekleştirmektedir. Benzer durumun ülke ekonomileri için de geçerli olduğu düşünüldüğünde, yüksek miktarda üretilen mal ve hizmetin ülkelerin gelişmişlik düzeyini arttıracığı sonucuna ulaşılmaktadır. Adam Smith'ten beri, mal ve hizmet üretimi refah göstergesi olarak ele alınmış ve toplumların daha fazla mal ürettikleri zaman daha mutlu olacaklarına inanılmıştır. Ancak, günümüzde mutluluk ve refah artışında sadece ekonomik gelişme değil; aynı zamanda refahın tamamlayıcı unsuru olarak ele alınan kaliteli çevrenin de etkili olduğu görülmektedir.<sup>28</sup>

Çevre faktörü iktisadi olarak ifade edilmek istendiğinde, kaliteli veya temiz bir çevre, insan ihtiyaçlarının önemli bir kısmını karşılayan bir çeşit mal veya hizmet olarak düşünülmektedir. Adam Smith'ten beri çevre ihtiyacını karşılayan hava, yeşil alan, güneş ışığı gibi doğa öğeleri birer mal olarak ele alınmış; fakat elde edilmeleri zahmet gerektirmediği ve ihtiyaçlara oranla bol miktarda buldukları düşünülerek "serbest mal" olarak nitelendirilmiştir. Dolayısıyla çevresel sorunların ortaya çıkmasında, geleceği yani zaman faktörünü hesaba katmayan bu statik varsayımın etkili bir rol oynadığı iddia edilmektedir.<sup>29</sup>

Gelişmiş veya gelişmekte olan bütün ülkelerin en temel makroekonomik hedefleri arasında ekonomik büyüme yer almaktadır. Bir ülkede ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için, o ülkenin enerji kapasitesini ve doğal kaynak kullanımını arttırması gerekmektedir. Çevresel sorunların ilk aşamasını doğal kaynakların aşırı ve yanlış

---

<sup>28</sup> Dura, a.g.m., s.3.

<sup>29</sup> Dura, a.g.m, s.4.

kullanımları oluştururken; ikinci aşamasını üretim sonucu çevreye bırakılan atıklar oluşturmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda, doğal kaynak kullanımının ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu ve dolayısıyla ekonomik büyüme ile çevresel sorunlar arasında dolaylı bir ilişkinin olabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Roma Kulübü tarafından 1970'lerde yayınlanan "Büyümenin Sınırları\*" adlı rapor, büyüme ile doğal kaynaklar arasındaki ilişkiye dikkat çeken ve ekonomik büyümenin çevresel sorunlara neden olabileceğini ortaya koyan etkili bir paradigmadır. İnsan kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu ve doğal kaynakların aşırı kullanımı ile ortaya çıkan küresel ısınmadaki artış, hava kirliliği gibi çevresel sorunların etkilerinin 1990'lı yıllardan itibaren iyice hissedilmesi, ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ve çevresel sorunlar arasındaki ilişkinin araştırılması yönünde ilham kaynağı olmuştur.

1990'ların başında ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin, Simon Kuznets (1955) tarafından öne sürülen ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiye benzediği iddia edilmiştir. Kuznets (1955) çalışmasında, ekonomik büyümeye bağlı olarak kişi başına düşen gelir miktarının arttığını fakat ekonomik gelişmenin ilk safhasında gelir eşitsizliğinin de artmakta olduğunu tespit etmiştir. Diğer bir ifadeyle, sanayileşme ile birlikte gerçekleşen ekonomik faaliyetler sonucunda ilk olarak gelir artışına sahip olanların sermaye birikimlerinin artması ile zengin ve servet sahibi olanların daha zengin olmaları nedeniyle gelir eşitsizliği durumu ortaya çıkmaktadır. Artan bu gelir eşitsizliğinin ekonomik büyümenin devam etmesine bağlı olarak belirli bir dönüm noktasına kadar artıp daha sonra azalmaya başlamasıyla bu ilişkinin değişim seyrinin çan eğrisi ya da ters - U şeklinde olduğu ileri sürülmüştür.<sup>30</sup>

---

\*Büyümenin Sınırları olarak açıklanan rapora göre, doğal kaynaklar nüfusun hızla artışına yetmeyecek ve içinde yaşadığımız çevre 150 yıla varmadan yaşanabilirlik niteliklerini yitirecektir. Raporda, sanayileşme, nüfus, gıda üretimi, kirlilik ve kaynakların tüketimi olarak beş değişkenin kullanıldığı bir model ele alınmıştır. Bir modelleme örneği olan bu çalışmada, ele alınan değişkenlerin sürdürülebilir büyüme üzerindeki dinamik etkisi irdelenmektedir. Bu değişkenlerin birbirleri ile etkileşiminin sürdürülebilir büyümenin önünde bir engel olabileceği ve gerekli önlemler alınmazsa değişkenlerin bazılarının hızlı artışı sonucu istenmeyen sonuçların meydana çıkabileceği öngörülmektedir. Bu rapora yöneltilen birçok eleştiri söz konusudur. Bunlardan ilki, dayandığı modelin çok az sayıda değişkenle kurulmuş olmasıdır. İkincisi, belli sorunların çözümü için bilimsel ve teknolojik ilerlemelere yeterince önem verilmemiş olmasıdır. Üçüncüsü, henüz yeterince araştırılmamış alanlarda yer alan hammadde stoklarının bulunması olanaklarının, bu modelin varsaydığından çok daha büyük olmasıdır. Son olarak, modelin kritik toplumsal etmenleri hiç dikkate almadan hazırlanmış olması büyük eksikliklerinden biridir.

<sup>30</sup> Simon Kuznets, "Economic Growth and Income Equality", *The American Economic Review*, 45, 1, 1955, s.14.



Dünya’da çevresel sorunlara yönelik ilginin artması, ekonomik büyüme - çevre dengesi arasındaki ilişkinin incelenmesini gerekli kılmıştır. Literatürde ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. Bunların öncüsü olarak, Grossman ve Krueger (1991) NAFTA’nın (*Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması*) potansiyel etkileri üzerine yaptıkları çalışmalarında, 42 ülkedeki kentsel alanlarda bulunan üç hava kirleticisini ele alarak hava kalitesi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarında, hava kirliliğine neden olan üç kirleticiden ikisinin (sülfür dioksit ve duman) yoğunluğunun düşük gelir düzeyine sahip olan kişilerin yaşadığı alanlarda fazla olduğunu; ancak yüksek gelir düzeylerinde ise bu yoğunluğun azaldığı ortaya konulmuştur.<sup>31</sup> Bunun yanı sıra Shafik ve Bandyopadhyay (1992) farklı gelir seviyelerindeki ülkeler üzerine yaptıkları çalışmada, ekonomik büyüme ile çevre kalitesinin göstergesi olarak kullanılan hava kirliliği, ormansızlaşma oranı, temiz suya ulaşılma oranı ve katı atık üretimi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Yazarlar çalışmalarında, ülkelerin gelir düzeyleri arttığında çevresel sorunların arttığı, belirli bir gelir düzeyinden sonra ise azaldığı sonucuna varmışlardır.<sup>32</sup> Yapılan bu çalışmalar doğrultusunda ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğu ortaya konulmakta ve Kuznets eğrisine benzemesinden dolayı bu ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (*Environmental Kuznets Curve - EKC*) olarak adlandırılmaktadır.<sup>33</sup>

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi, ekonomik büyümenin ilk aşamalarında kişi başına düşen gelir düzeyi arttıkça çevresel kirlilik ve bozulmaların önce artacağını, belirli bir gelir düzeyine ulaşılmamasının ardından ekonomik büyümenin artmasına bağlı olarak çevre kirliliğinin azalacağını ifade etmektedir.<sup>34</sup> Başka bir deyişle, sanayileşmenin ilk aşamasında Çevresel Kuznets Eğrisi’nde bahsedilen kirlilik düzeyinin hızla arttığı görülmektedir. Bu durumun başlıca nedenleri insanların temiz hava ve sudan ziyade iş

---

<sup>31</sup> Gene M. Grossman, Alan B. Krueger, “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement”, *NBER Working Papers Series*, No.3914, Kasım 1991, ss. 31-35.

<sup>32</sup> Nemat Shafik, Sushenjit Bandyopadhyay, “Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence”, *Policy Research Working Paper Series*, WPS No: 904, 1992, s.22.

<sup>33</sup> Theodore Panayotou, “Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development”, *World Employment Programme Research Working Paper*, WEP 2-22/WP. 238, 1993, s.1.

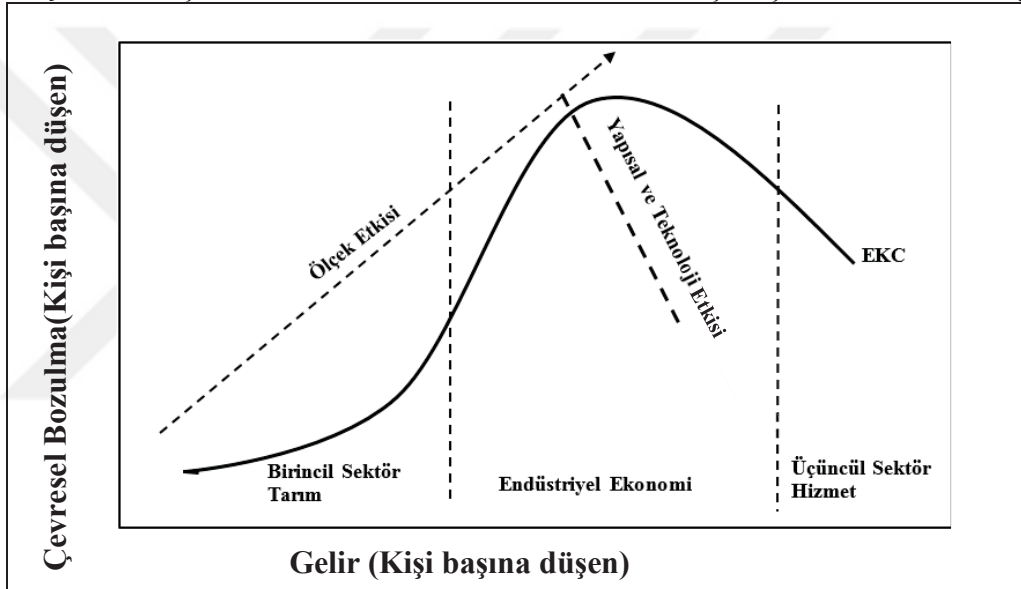
<sup>34</sup> Soumyananda Dinda, “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, *Ecological Economics*, 49, 2004, s.433.



olanakları ve gelirlerine daha fazla ilgi göstermeleri ve toplumların çevresel düzenlemelere daha az önem vermeleri olarak gösterilebilir. Ekonomik büyümenin artmasıyla dengeler değişmekte, buna bağlı olarak endüstriyel sektörlerin daha çevreci olmaları, bireylerin çevreye daha fazla değer vermeleri ve düzenleyici kurumların çevresel sorunlar üzerinde daha etkin olmaları ile çevre kirliliğinin azalacağı öne sürülmektedir.<sup>35</sup>

Çevresel Kuznets Eğrisi' nin artan kısmının ölçek etkisine; azalan kısmının ise yapısal ve teknoloji etkisine dayandırıldığı durum Şekil 1.3' te gösterilmektedir.

**Şekil 1.3:** Çevresel Bozulma ve Gelir Arasındaki İlişki: Çevresel Kuznets Eğrisi



Kaynak: Stanchi (2013-2014, s.18)

**Ölçek etkisi** ekonominin genel boyutlarıyla ilintilidir. Sanayi sektörü payının fazla olduğu ekonomik bir yapıda ölçek etkisi, üretim ölçeğindeki artış ile kullanılan doğal kaynak miktarı ile oluşan atık veya emisyon miktarı ilişkilendirilerek belirlenmektedir. Teknoloji veri iken üretim sürecinde daha fazla doğal kaynak kullanılması doğanın tahrip olmasına neden olmaktadır. Yani çevre kirliliğine neden olan teknolojilerin kullanılması, çıktı miktarının artmasına yönelik üretimlerin yapılmasıyla ortaya çıkan atık miktarı ve çeşitli zararlı maddelerin emisyonlarının artmasına neden olmakta ve böylece çevresel

<sup>35</sup> Susmita Dasgupta v.d., "Confronting the Environmental Kuznets Curve", *The Journal of Economic Perspectives*, 16, 1,2002, s.147.

sorunlar ortaya çıkmaktadır.<sup>36</sup> Gelir artışı ile birlikte çevre kirliliğinin de artması ölçek etkisinin çevreye negatif etkisi olduğunu göstermektedir.<sup>37</sup>

Bir ülkenin gelirlerinin artmasıyla yani iktisadi olarak gelişmesiyle birlikte ekonomik yapısı da değişmektedir. *Yapısal etki*, ekonomik çıktı hacmindeki her çeşit üretim faaliyetinin oranıdır. Sanayi öncesi dönemlerde ekonomik faaliyetler genellikle tarıma dayalı üretim aracılığıyla gerçekleştirildiğinden dolayı endüstriye bağlı çevresel kirlilik oluşmamakta ve ekonomik yapı bu durumdan etkilenmemekteydi. Sanayi Devrimi'nin ardından tarım sektöründen sanayi sektörüne doğru geçiş yaşanmıştır. Sanayileşmeyle birlikte artan üretim miktarı, doğal kaynak kullanımını arttırmakta ve oluşan atıklar çevresel sorunların çıkmasına neden olmaktadır. Fakat ekonomik büyümenin devam etmesiyle birlikte, sanayi sektöründen hizmet ve bilgi teknolojisi sektörüne doğru bir geçiş söz konusudur. Hizmet ve bilgi teknolojisi sektörleri sanayi sektörüne oranla daha az doğal kaynak kullanmaktadır. Sanayileşmenin ilerleyen aşamalarında, temiz teknolojilerin kullanılması, bilgi süreçlerindeki değişim, hizmet ağırlıklı ekonomik faaliyetlere geçiş ile birlikte bireylerin kaliteli yaşam beklentileri artmakta ve dolayısıyla çevre, toplum için daha değerli hale gelmektedir. Hizmet ve bilgi teknolojisi sektörlerine geçişle birlikte çevresel sorunların azalacağı öne sürülmektedir.<sup>38</sup>

*Teknoloji etkisi* (teknik etki), teknolojik gelişmelerin etkisinden kaynaklanmaktadır. Ülkelerin refah düzeylerindeki artışı gösteren ekonomik büyümeyle birlikte teknolojik gelişmeler de artmakta, bununla birlikte araştırma ve geliştirme çalışmaları için ayrılan fonlarda da artışlar görülmektedir. Bu durum sonucunda eski ve kirlilik yayan teknolojilerin yerini yeni ve çevre dostu teknolojilerin almasıyla çevre kalitesi artmaktadır.<sup>39</sup> Yapısal etki ve teknoloji etkisi, eğrinin azalan kısmını tanımlamada kullanılmaktadır. Dolayısıyla Çevresel Kuznets Eğrisi ile, ekonomik büyümenin ilk aşamasında hakim olan ölçek etkisi nedeniyle çevre üzerinde olumsuz etkileri olduğu, fakat ilerleyen aşamalarda yapısal ve teknik etkilerin olumlu etkilerinin ağır basmasıyla emisyon düzeyinin düşeceği belirtilmektedir.

---

<sup>36</sup> Selim Başar, Sinan M. Temurlenk, "Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama", *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21, 1, 2007, s.2.

<sup>37</sup> Dinda, a.g.m., s.435.

<sup>38</sup> Başar, Temurlenk, a.g.m., ss.2-3.

<sup>39</sup> Dinda, a.g.m., s.435.

### 1.4.3. Çevresel Sorunlar ve Teknolojik Gelişme İlişkisi

Yunanca karşılığı “*Technologos*” olan teknoloji kavramı, sanat, beceri anlamına gelen “*techne*” kelimesi ile yapmak ya da bilmek anlamına gelen “*logos*” kelimesinin birleşiminden türetilmiştir. deVaries (2005) en geniş anlamıyla teknolojiyi, doğal çevreyi insan ihtiyaçlarına göre farklı bilgi ve bilim türlerine dönüştüren beşeri faaliyetler olarak tanımlamaktadır.<sup>40</sup>

Geçmişten günümüze kadar insanoğlu herhangi bir şeyi üreteceği ya da yapacağı zaman daima teknolojiye başvurmaktadır. İkel çağlarda taş aletlerle başlayan teknolojik gelişim, Sanayi Devrimi’nden sonra modern bilimin desteğiyle hız kazanmış ve insan hayatının vazgeçilemez bir parçası haline gelmiştir. Teknolojik gelişmeler, üretilen ürün miktarını ve sağlanan hizmetlerin kalitesini arttırmaktadır. Sanayileşme ve modern bilim ile birlikte yaşanan bu gelişmeler yeni iş alanlarının oluşmasına ve iş imkânlarının artmasına katkı sağlamasının yanında iş hayatındaki verimliliği arttırmada da etkili olmaktadır. Yaşanan tüm bu gelişmeler tüketimi arttırırken; bu durumun insanların gelir yapılarına olumlu yansımaları bireylerin yaşam standartlarını yükseltmekte ve dolayısıyla toplumlar arası rekabetin artmasında aktif rol oynamaktadır. Teknolojik gelişim insanoğlunun hayatına girmesiyle insanlığın gelişimi için yararlı olmakla birlikte diğer canlılar ve çevre üzerinde bazı olumsuz etkileri de beraberinde getirmektedir.

Teknolojik gelişmelerin getirdiği kolaylıklar ve imkânlar doğrultusunda özellikle gelişmiş ülkelerdeki sağlık alanında yapılan yeni buluşlar ile insanoğlu ömrünün uzaması beraberinde hızlı nüfus artışını da getirmiştir. Bununla birlikte, sanayileşmeyle birlikte hızla ivme kazanan teknolojik gelişmeler sonucunda kentleşme oranı da hızla artmıştır.<sup>41</sup> Teknolojiyle birlikte gerçekleşen hızlı üretim beraberinde hızlı tüketimi getirmekte; bu durum, artan nüfus ve kentleşmeyle birlikte doğal kaynaklar üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. İnsanoğlu bu üretim ve tüketim çılgınlığı karşısında birçok farklı doğal kaynağa yönelmiştir. Bu şekildeki çoklu yönelim değişikliği, teknolojinin çevre üzerindeki tüketici etkisini arttırmaktadır. Yapılan bu kaynak değişiklikleri, önceki

---

<sup>40</sup> Haim Eshach (Aktaran), *Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools*, Dordrecht, Springer, 2006, s.59.

<sup>41</sup> Bülent Alagöz, “Çevre Sorunları, Teknoloji ve Değişen Öncelikler”, Çevre, Kentleşme Sorunları ve Çözümleri, 38. *ICANAS (Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi)*, Ankara, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Yayınları: 10/1, 2011, s.47.

kaynakları kullanan ürünlerin işlevsiz kalmalarına neden olmakta ve dolayısıyla çevrede birçok atık ürünün oluşmasına, çevre kirliliğine ve çevresel sorunlara yol açmaktadır.

Çevreyi kullanarak teknolojik gelişmeler elde eden insanoğlu, çevreye verdiği zararı fark etmesiyle bu zararı gidermek için yine gelişen teknolojiye başvurmuştur. Doğaya verdiği zararı önlemeye çalışırken, geliştirdiği yeni teknolojilerin kaynağı olarak yine çevreyi kullanmaya devam etmiştir. Çevrecilere göre ekolojik afetler ve çevre sorunlarının nedeni teknolojidir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği teknoloji kullanımının, yüksek üretim ve tüketim düzeyinin ve sanayi atıklarının bir sonucu olarak görülmektedir. Bu görüşü savunanlara göre, çevreyi korumak için daha az teknoloji kullanılması ya da daha uç örnekler için hiç kullanılmaması gerektiği savunulmaktadır. Bunun yanı sıra ekolojik modernistlere göre ise, teknolojinin çevresel problemlerin çözülmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir. Bu konuyu savunmalarının nedeni endüstriyel biyo-teknolojileri geliştirerek kaynak verimliliğini arttıracak ve düşük karbon ekonomisine geçişi teşvik edecek yeni ürünleri geliştirerek karbon kaynaklı çevresel sorunları çözebileceği ifade edilmektedir.<sup>42</sup>

## 1.5. KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE KARBON EMİSYONUNU AZALTMAYA YÖNELİK ANLAŞMALAR VE POLİTİKALAR

Sanayi Devrimi'nin ardından yaşanan gelişmeler ve İkinci Dünya Savaşı'nı takip eden yıllarda görülen teknolojiadaki ilerlemelerle birlikte gelişen sanayileşme, ekonomik büyüme ve refahın yanı sıra çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. Ortaya çıkan çevresel sorunların ulusal ve bölgesel etkilere sahip olmasının dışında küresel bir nitelik taşıdığı da dikkat çekmektedir. Diğer bir ifadeyle, küreselleşen dünya ile birlikte çevre sorunlarının da küresel bir boyut kazandığı görülmektedir. Bu sorunların en başında ise, bütün dünyayı ilgilendiren küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunu yer almaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ilk kez 19. yüzyıl sonlarında dile getirilmiş ve 1970'lerin başlarında gerçekleşen iki konferans ile bu konulara ait farkındalığın sağlanması amaçlanmıştır. Bunlardan ilki, 1970 yılında Massachusetts' de toplanan

---

<sup>42</sup> Birol Kovancılar, "Çevre Sorunları-Teknoloji: Ekolojik Modernizm", Hür Fikirler, Haziran 2016, <http://www.hurfikirler.com/cevre-sorunlari-teknoloji-ekolojik-modernizm/> (19.01.2017).

“Kritik Çevre Sorunları Çalışması (*Study Of Critical Environmental Problems*)” başlıklı çalıştıdır. Bu çalıştıay sonunda oluşturulan raporda, Sanayi Devrimi’nden sonra artan CO<sub>2</sub> seviyesi sonuçlarının uzun dönemde ciddi bir boyuta taşınabileceği vurgulanmıştır. İkincisi ise, 1971 yılında İsveç’in Wijk kentinde toplanan “İnsanoğlunun İklime Etkisi Üzerine Bir Çalışma (*Study on Man’s Impact on Climate*)” başlıklı konferanstır. Bu konferans sonunda, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artışın neden olduğu küresel ısınma ile tarımsal ve endüstriyel aerosollerin neden olduğu küresel soğumadan hangisinin daha baskın olduğu konusunda bir anlaşmaya varılamamış; konuya ilişkin akademik çalışmaların arttırılması gerektiği belirtilmiştir.<sup>43</sup>

Yaşanan çevresel sorunların sınır ve ulus tanımayan nitelikte olmaları, birbiriyle ilişkili ve karmaşık yapıları nedeniyle sadece ulusal düzeyde değil, uluslararası düzeyde de bu sorunlarla mücadele edebilmek için uluslararası çevre anlaşmaları, küresel ortaklık temeline dayanan evrensel yaklaşımları içeren çözümler ve önerilerin yanı sıra çok yönlü işbirliği mekanizmaları gerekmektedir.

Uluslararası ve bölgesel düzenlemelerle çevrenin korunması ve geliştirilmesi için atılan ilk adım Haziran 1972 tarihinde Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen Stockholm Konferansı’dır. Bu konferans, çevre hukukunun gelişmesine katkı sağladığı için önemli bir girişim olarak görölmektedir. Stockholm Konferansı’nın ardından çevrenin korunması ve geliştirilmesi için, vatandaşlarla devletlerin hak ve yükümlölüklerini düzenleyen bir bildirge yayımlanmıştır. Bu bildirgeyle, insan ve çevre ilişkilerine, endüstrileşme ve teknolojik gelişmeler sonucu ortaya çıkan çevresel sorunlara, beşeri faaliyetlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerine, çevrenin korunması ve geliştirilmesi konusunda uluslararası işbirliğinin önemine değinilmiştir.<sup>44</sup>

Küresel ısınmanın önemini vurgulamak amacıyla ilk olarak 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (*World Meteorological Organization-WMO*) öncülüğünde “Dünya İklim Konferansı” düzenlenmiştir. Bu konferansta, insan kaynaklı faaliyetler sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonundaki artışın iklim üzerinde önemli ve uzun süreli

---

<sup>43</sup> Billur Engin, “İklim Değişikliği İle Mücadele Uluslararası İşbirliğinin Önemi”, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 2010, s.74.

<sup>44</sup> United Nations, “Report Of The United Nations Of The Conference On Human Environment”, Stockholm, United Nations Publications, <http://www.un-documents.net/aconf48-14r1.pdf> (18.12.2015), s. 3-5.

değişikliklere neden olarak bölgesel ve küresel düzeyde etkili olabileceği vurgulanmıştır. 1980'lerin ortalarına doğru küresel ısınma sorunu politik çevrelerin tartışma konuları arasında yer almaya başlamıştır. 1985 yılında Avusturya'da düzenlenen Villach Toplantısı'nda, CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazlarının iklim değişiklikleri üzerindeki rolü ve etkileri değerlendirilmiştir. Bu toplantının diğer önemli bir noktası da, iklim değişikliği ile ilgili gelecekteki araştırmaların doğal bilimlerin yanında iktisadi ve sosyal araştırmaları da kapsamayı ve sorunu ortadan kaldırmaya ya da hafifletmeye yönelik politika önerilerinin oluşturulması gerekliliğini ortaya koymasıdır.<sup>45</sup> 1988'de 48 ülkeden gelen 300'den fazla bilim insanı, politika yapıcının yanı sıra Birleşmiş Milletler kuruluşları, diğer uluslararası kuruluşlar ve sivil toplum örgütlerinin katılımıyla gerçekleşen Toronto Konferansı, ihtiyaç duyulan uluslararası tepkiye yönelik fikirlerin daha güçlü bir şekilde ifade edildiği geniş çaplı bir konferans olması bakımından önem taşımaktadır. Konferansta, uluslararası hedef olarak hükümet ve endüstrilerin küresel CO<sub>2</sub> emisyonlarını 2005 yılına kadar %20 azaltmaları gerektiği belirtilmiştir. Toronto Konferansı, böylesine radikal bir hareketi dile getiren ilk uluslararası konferans olarak bilinmektedir.<sup>46</sup>

Küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda en etkili uluslararası kuruluş, 1988 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (*United Nations Environment Programme – UNEP*) ve WMO'nun ortak girişimiyle kurulmuş olan IPCC adı altında çalışmalarını yürüten örgüttür. Bu örgütün amacı, iklim değişiklikleri hakkında objektif çalışmalar yapmak ve bilgiyi derlemektir. Bu kuruluş 1990 yılından itibaren düzenli aralıklarla iklim değişikliği konusunda “Değerlendirme Raporları” hazırlamaktadır. IPCC' nin yayınladığı bu raporlar iklim değişikliği ve özellikle de küresel ısınma konusunda dünya kamuoyunun oluşturulmasında büyük katkı sağlamaktadır.<sup>47</sup>

1990 yılında düzenlenen II. Dünya İklim Konferansı'nda IPCC' nin birinci değerlendirme raporu tartışılmış ve ana konusu iklim değişikliği ve sera gazı olan Bakanlar Deklarasyonu Türkiye'nin de bulunduğu 137 ülke tarafından onaylanmıştır. Konferans sonunda alınan bu kararlar, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve

---

<sup>45</sup> Matthew Paterson, *Global Warming And Global Politics*, London, Routledge, 1996, s.29.

<sup>46</sup> Paterson, a.g.e., s.34.

<sup>47</sup> Tomanbay, a.g.e., s.99.

Sözleşmesi (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*)'nin hazırlanması açısından tarihsel bir önem taşımaktadır.

### 1.5.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

İnsan kaynaklı faaliyetler sonucu ortaya çıkan küresel ısınmanın iklim üzerindeki etkilerinin azaltılması ve atmosfere salınan sera gazı miktarının sınırlandırılması amacıyla uluslararası alanda atılan ilk ve en önemli adım 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzaya açılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir. 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren ve özellikle sanayileşmiş ülkelerin yarattığı çevre sorunlarında, doğrudan bu ülkelerin kendi üretim ve tüketim alanlarında alınması gereken önlemleri içeren sözleşmeye Avrupa Birliği'nin yanı sıra Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 195 ülke taraf olmuştur.

Sözleşmenin Madde 2'de yer alan nihai amacının, “atmosferdeki sera gazı birikimlerini ve iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmak” olduğu tanımlanmıştır. “Belirtilen düzeye, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağladığı bunun yanı sıra gıda üretiminin zarar görmeyeceği ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devam etmesine izin verileceği bir zaman dahilinde ulaşılmalıdır.” hükmü ile sözleşmenin amacı niteliklendirilmiştir.<sup>48</sup>

Sözleşmenin Madde 3'te yer alan genel ilkeleri ise, (i) Eşitlik ilkesi, (ii) Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesi, (iii) İhtiyatlık ilkesi, (iv) Sürdürülebilir kalkınmayı destekleme hakkı ve yükümlülüğü olarak belirtilmiştir. Sözleşmenin bu ilkelere ek olarak, giriş bölümünde ve diğer maddelerinde “İnsanlığın ortak kaygısı”, “Serbest ticaret” ve “Maliyet etkinlik” gibi ilkelerine de yer verildiği belirtilmiştir.<sup>49</sup> Ayrıca Sözleşmenin genel ilkelerini belirten Madde 3'ün 3. paragrafında; “Tarafların, iklim değişikliğinin nedenlerini önceden tahmin etmek, bu nedenleri önlemek veya en aza

<sup>48</sup> “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, y.y., t.y., ss.3-4, [http://www.uhdigm.adalet.gov.tr/sozlesmeler/coktaraflioz/bm/bm\\_41.pdf](http://www.uhdigm.adalet.gov.tr/sozlesmeler/coktaraflioz/bm/bm_41.pdf), (13.06.2016).

<sup>49</sup> T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)”, y.y., t.y., <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/BMIDCS.aspx?sflang=tr> (11.12.2015).



indirmek bununla birlikte iklim değişikliği nedenlerinin zararlı etkilerini azaltmak için önleyici önlemler almaları gerektiği” ifade edilmektedir.<sup>50</sup>

Söz konusu Sözleşme genel anlamda, küresel iklim sisteminin korunması ve sera gazı emisyonlarını azaltılmasına yönelik ilkeleri, eylem stratejilerini ve yükümlülükleri düzenleyen bir nitelik taşımaktadır. Başka bir deyişle; Sözleşme, taraf ülkeleri, sera gazı emisyonlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını (örneğin ormanlar, okyanuslar, göller) korumaya teşvik etmektedir.<sup>51</sup>

### 1.5.2. Kyoto Protokolü

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmalarına yönelik çeşitli tedbirler almaları gerektiği ileri sürülmüş fakat sözleşme sonrasında sera gazı emisyonlarında kayda değer bir düşüş gözlemlenmemiştir. Dünyanın her yerinde artmaya devam eden sera gazı salınımlarının iklim değişikliği üzerinde olumsuz etkilerinin giderek daha fazla hissedilir olması, özellikle gelişmiş ülkeler için kararlı ve bağlayıcı önlemlerin alınmasının yanında mevcut sözleşmenin niteliğinin güçlendirilmesi gerektiğini göstermiştir.

1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi' nin III. Taraflar Konferansı'nda imzalanan Kyoto Protokolü, Rio Zirvesi'nde imzaya açılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında yapılan çalışmaların hem somut bir ürünü, hem de bu sözleşmeye ek bir uluslararası anlaşma özelliğini taşımaktadır.

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, sanayileşmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarını stabilize etmeleri yönünde bağlayıcı olmayan bir yükümlülük tanımlarken,

<sup>50</sup> A. Deniz Özdemir v.d., “İklim Değişikliği Etkilerine Uyum (Adaptasyon)”, T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ocak 2009, [http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/14-iklim\\_de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi\\_etkilerine\\_uyum.pdf?sfvrsn=2](http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/14-iklim_de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi_etkilerine_uyum.pdf?sfvrsn=2), s.1.

<sup>51</sup> T.C. Dış İşleri Bakanlığı, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMDİÇS) ve Kyoto Protokolü”, Uluslararası ve Bölgesel Sözleşmeler, y.y., t.y., <http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-bmidcs-ve-kyoto-protokolu-.tr.mfa>, (11.12.2015).



bunun aksine Kyoto Protokolü sanayileşmiş ülke Taraflarına sera gazı emisyonlarını sınırlama ve azaltma yükümlülüklerini içeren bağlayıcı bir yükümlülük getirmiştir.<sup>52</sup>

Kyoto Protokolü'nde "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar" ilkesi benimsendiğinden dolayı farklı ülke grupları için farklı yükümlülükler getirilmiştir. Bu yükümlülükler doğrultusunda İklim Değişikliği Sözleşmesi'nin Ek-I ülkeleri, Protokol'ün Ek-B listesini oluştururken; protokole taraf olan Ek-B dışındaki diğer ülkeler ise Ek- I dışı ülkeler listesini oluşturmaktadır. Protokol'ün hedefi, Ek-B listesinde yer alan ülkelerin 2008-2012 yılları arasını kapsayan yükümlülük döneminde ülkelerindeki beşeri faaliyetler sonucu ortaya çıkan direkt sera etkisi yaratan karbondioksit, metan, azotoksitler, hidroflorokarbonlar, perfloro karbonlar ve kükürt hekza florid gazlarının toplam emisyonunu 1990 yılı seviyelerine göre en az %5 azaltmaktır. Belirtilen bu hedef, İklim Değişikliği Sözleşmesi kapsamında iklim değişikliğini önlemeye yönelik atılan ilk adım olarak görülmektedir. Bu hedefe ulaşmak için ülkeler, müzakereler sonucunda farklı oranlarda emisyon azaltma yükümlülükleri almışlardır. Örneğin; Avrupa Birliği ülkeleri için ortalama %8, ABD için %7, Japonya için %6 kabul edilirken; Yeni Zelanda, Rusya ve Ukrayna gibi ülkelerin 1990 düzeylerinde herhangi bir değişiklik yapılmamasının yanında Norveç için %1, Avustralya için %8 ve İzlanda için %10 gibi ülkeler içinde 1990 yılındaki emisyonlarını aşmalarına izin verilmiştir.<sup>53</sup> 2012 yılı sonrası dönemde Rusya, Yeni Zelanda, Kanada ve Japonya herhangi bir yükümlülük altına girmeyeceklerini açıklamışlardır. Ayrıca Ek-B listesinde yer alan herhangi bir ülke, Kyoto Protokolü'ndeki hedeflerine uymadığında bir sonraki dönemde azaltma hedeflerini %30 daha azaltması ile cezalandırılacaktır. Bunun yanı sıra, Ek-B dışındaki ülkelerin yıllık emisyon oranlarını gösteren Sera Gazı Envanteri Raporu'nu bildirmek dışında sera gazı emisyonunu sınırlama konusunda herhangi bir yükümlülükleri bulunmamaktadır.<sup>54</sup>

Kyoto Protokolü onaylayan ülkelerin 1990 yılındaki emisyonlarının dünyadaki toplam sera gazı emisyonunun %55'ini oluşturması gerektiğinden, 2005 yılında Rusya'nın

---

<sup>52</sup> T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, "Kyoto Protokolü", y.y., t.y.,<http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Kyoto.aspx?sflang=tr> (11.12.2015).

<sup>53</sup> Bülent Duru, "Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni", *Mülkiye Dergisi*, 25, 230, 2001, s.316.

<sup>54</sup> T.C. Dış İşleri Bakanlığı, "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMDİÇS) ve Kyoto Protokolü", Uluslararası ve Bölgesel Sözleşmeler, y.y., t.y.,<http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-bmidcs-ve-kyoto-protokolu-.tr.mfa> (11.12.2015).

katılımıyla yürürlüğe girmiştir. Protokole, 2010 yılından itibaren AB üye devletlerinin de dahil olduğu 191 ülke taraf olmuştur. Bunlar arasında, Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Sözleşmesi'nin üyesi olan ABD, dünyada protokolü imzalamayan ve onaylama niyeti olmadığını açıkça beyan eden tek ülkedir. Bir kaynağa göre, ABD tek başına tüm sera gazlarının %36'sını; başka bir kaynağa göre ise %25'ini oluşturmaktadır.<sup>55</sup>

Kyoto Protokolü'ne getirilen eleştiriler üç ana başlık altında toplanabilir. İlki, gelişmekte olan ülkelere bağlayıcı yükümlülükler getirilmemesinin sanayi üretiminin bu ülkelere kaçmasına neden olacağı noktasında yoğunlaşmaktadır. İkinci olarak havacılık ve taşımacılıktan kaynaklanan emisyonların protokol kapsamı dışında bırakılması da eleştirilen hususlar arasındadır. Son olarak, sera gazı emisyonlarının azaltılması için temel olarak 1990 yılının belirlenmesi tartışmalı bir başka husustur. 1990 yılı eski Sovyetler Birliği ve Doğu Bloku ülkelerinin merkezi planlı üretim süreçleri içinde sera gazı emisyonu açısından oldukça kötü performans sergilediği bir yıldır. Dolayısıyla 1990 yılının sera gazı emisyonunun azaltılması için baz yıl olarak belirlenmesinin doğru bir tercih olmadığı vurgulanmaktadır.<sup>56</sup>

İnsan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu küresel ısınma sorununun ortaya çıkmasıyla, başlangıçta sera gazı emisyonlarını azaltmada ekonomik olmayan araçlar kullanılırken; Neo-liberal politikaların etkinlik kazanmasıyla birlikte piyasa merkezli kalkınma modelleri ve politikaları benimsenerek piyasa tabanlı politikalar olarak adlandırılan iktisadi araçlar kullanılmaya başlanmıştır. İktisadi araçların, maliyet azaltımı açısından etkin olmaları ve yenilenebilir enerji kaynakları ile çevreye zarar vermeyen teknolojilerin yaygınlaşmasını sağlayacak şekilde kullanılmaları durumunda, diğer politikalara göre daha etkili sonuç vermeleri mümkün olacaktır.<sup>57</sup>

Kyoto Protokolü'nde gelişmiş ülkeler için sera gazı emisyonlarını azaltma ve sınırlama hedeflerine ulaşmalarını kolaylaştırmak, emisyonlarını azaltıcı uygulamaların daha düşük maliyetle gerçekleştirmek amacıyla proje ve piyasa temelli esneklik

---

<sup>55</sup> Tomanbay, a.g.e., s.101.

<sup>56</sup> Engin, a.g.m., s.77.

<sup>57</sup> Semiha Özlem Çabuk, "Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği", Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayınlanmış Doktora Tezi), Ankara, 2011, s.4.

mekanizmaları tanımlanmıştır.<sup>58</sup> Bu mekanizmalar Kyoto Esneklik Mekanizmaları olarak adlandırılmaktadır. Ortak Yürütme (*Joint Implementation - JI*), Temiz Kalkınma Mekanizması (*Clean Development Mechanism - CDM*) proje temelli mekanizmalar iken; Emisyon Ticareti (*Emission Trading - ET*) ise piyasa temelli mekanizmadır.

Kyoto Protokolü'nde yer alan zorunlu karbon piyasasına ait esneklik mekanizmalarının türleri, mekanizmaya taraf olan ülkeler, mekanizmanın oluşturulmasında düzenlenmiş olan protokol maddeleri ve emisyon azaltım<sup>\*\*</sup> birimlerine ait süreçlerin tanımı Tablo 1.3' te verilmiştir.

**Tablo 1.3:** Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmalarının Temel Tanımları

Mekanizma Türü	İlgili Kyoto Protokolü Maddesi	Katılımcı Ülkeler		Geçerli Karbon Birimi
		Yatırımcı (Karbon Alıcı)	Ev Sahibi (Karbon Satıcı)	
Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM)	12. Madde	Ek-B Ülkeleri	Ek-I Dışı Ülkeleri	Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı (CER)
Ortak Yürütme Mekanizması (JI)	6. Madde	Ek-B Ülkeleri		Emisyon Azaltım Kredisi (ERU)
Emisyon Ticareti (ETS)	17. Madde	Ek-B Ülkeleri		Tahsislendirilmiş Miktar Birimi (AAU)

**Kaynak:** Çevre ve Orman Bakanlığı (2008, s.18)

Kyoto Esneklik Mekanizmaları Ek - I ülkelerine, yani Ek – B ülkelerine, protokolde belirtilen azaltım hedeflerine en az maliyetle ulaşabilmeleri için, kendi ülke sınırları dışında iklim değişikliğine yol açan etmenlerin azaltılması girişimlerinde bulunabilme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca, çevre dostu yatırımların artmasında etkili olurken aynı zamanda ülkelerin emisyon hedeflerine maliyet etkin şekilde ulaşmalarına da yardım etmektedir.<sup>59</sup>

<sup>58</sup> “Karbon Piyasaları Bilgi Notu”,y.y., t.y., <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/bilginotu/karbon%20piyasalari.pdf> (22.02.2016), s.1.

<sup>\*\*</sup> **Azaltım (mitigation):** İklim değişikliğinden kaynaklanan etkileri, iklim değişikliğinin sebep olacağı zararı azaltmak için yapılan çalışmalar ve uygulanan stratejiler anlamına gelmektedir.

<sup>59</sup> Deniz Babuş, “Küresel Isınma Sorununun Uluslararası Çevre Politikası İçerisinde İrdelenmesi Ve Türkiye'nin Yeri”, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Adana, 2005, s.145.

### **1.5.2.1. Proje Temelli Esneklik Mekanizmaları**

Kyoto Protokolü'nün tarafların kullanımına sunduğu proje temelli mekanizmalar; Temiz Kalkınma Mekanizması ve Ortak Yürütme Mekanizması olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### **1.5.2.1.1. Temiz kalkınma mekanizması**

Kyoto Protokolü'nün 12. maddesinde tanımlanan Temiz Kalkınma Mekanizması, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde belirlenen Ek - I ülkelerinin, yani Kyoto Protokolü'nün Ek - B listesinde yer alan ülkelerin, emisyon hedefi olmayan geliştirmekte olan ülkelerde emisyon azaltıcı sürdürülebilir kalkınma projeleri uygulamasına izin verdiğini belirtmektedir.

Mekanizmanın amacı, “Gelişme yolundaki ülke Taraflarına, sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmada ve Sözleşme'nin nihai amacına katkıda bulunmaya yardımcı olmak; gelişmiş ülke Taraflarına ise, Madde 3'teki sayısal olarak belirlenmiş emisyon sınırlandırma ve azaltma yükümlülüklerini başarma yolunda yardım etmek” olarak belirlenmiştir.<sup>60</sup>

Temiz Kalkınma Mekanizmaları ile Ek - I listesinde yer alan bir ülke azaltılan emisyon miktarına göre, her biri bir ton karbondioksite eşdeğer olan Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltım Kredisi (*Certificated Emission Reductions – CER*) kazanacaktır. Taraf ülkeler kazandıkları bu kredileri, kendi azaltım yükümlülükleri kapsamında değerlendirerek, ülke içinde bu miktara kadar daha fazla salım yapma hakkı kazanmalarını sağlamaktadır.<sup>61</sup>

Emisyon azaltım projesine yatırım yapan Ek - B ülkesi, azgelişmiş ülkelerde yatırım maliyetleri daha düşük olduğundan hem maliyet avantajı sağlayacak hem de azaltmış olduğu emisyon miktarı kadar kendi azaltım hedefinden düşebilecektir. Ülkesine

<sup>60</sup> Murat Türkeş, Utku M. Sümer, Gönül Çetiner, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları”, *Tesisat Dergisi*, 52, 2000, s.91.

<sup>61</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri”, Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyon Raporu, Aralık 2008, [http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/eKutuphane/KP\\_OIK\\_FinalRapor-28%2012%202008.pdf](http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/eKutuphane/KP_OIK_FinalRapor-28%2012%202008.pdf), (23.05.2016), s.16.

sera gazı azaltım amacıyla proje doğrultusunda yatırım kabul eden az gelişmiş ülke ise, hem daha yeni teknolojiye sahip olmuş olacak hem de bu sayede önemli miktarda doğrudan yabancı sermaye çekmiş olacaktır.<sup>62</sup>

#### **1.5.2.1.2. Ortak yürütme mekanizması**

Kyoto Protokolü'nün 6. Maddesi ile düzenlenen Ortak Yürütme Mekanizması, herhangi bir Ek - I ülkesinin başka bir Ek - I ülkesinde gerçekleştirdiği ve emisyon azaltımına yönelik ortak projeleri belirtmektedir.

Bu mekanizma, Ek-I listesinde yer alan ülkelerdeki, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılmasını veya sera gazlarının yutaklar yoluyla uzaklaştırılmasına yönelik etkinliklerin yürütülmesine olanak sağlamaktadır.<sup>63</sup> Gerçekleştirilen projelerle emisyonunu azaltan ev sahibi ülke her biri bir ton CO<sub>2</sub>'e eşdeğer olan Emisyon Azaltım Kredisi (*Emission Reduction Unit - ERU*) adı verilen emisyonlarda kaydedilen azalma miktarını kazanmakta ve bu miktarı yatırımcı diğer Ek – I ülkesine satabilmektedir. Yatırımcı Ek – I ülkesi satın aldığı krediler ile toplam emisyon permisini<sup>\*\*\*</sup> artırırken; transfer edilen ERU miktarı proje ev sahibi ülkenin toplam permisinden düşürülmektedir.<sup>64</sup>

Bu mekanizmanın genellikle “Geçiş Ekonomisi” ülkeleri olarak değerlendirilen Doğu Avrupa Ülkeleri ve Rusya'daki projelerle ilişkilendirildiği gözlenmektedir.<sup>65</sup> Ortak Yürütme Mekanizması, bir ülke hükümetinin ya da özel sektörünün, sera gazı salınımlarını azaltmak için diğer bir ülkede gerçekleştirdiği projeye dayalı bir etkinliktir.

---

<sup>62</sup> Mehmet Mercan, Etem Karakaya, “Sera Gazı Salınımının Azaltımında Alternatif Politikaların Ekonomik Maliyetlerinin İncelenmesi:Türkiye İçin Genel Denge Analizi”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 42, Temmuz-Aralık 2013, s.134.

<sup>63</sup> Müslüme Narin, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizması: Emisyon Ticareti”, International Conference on Eurasian Economies, 2013, <https://www.avekon.org/papers/770.pdf>, (15.02.2016), s.946.

<sup>\*\*\*</sup> Permi: izin belgesi, ruhsat anlamına gelmektedir.

<sup>64</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008, s.16.

<sup>65</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları”, Esneklik Mekanizmaları, y.y., t.y., <http://www.karbonkayit.cob.gov.tr/Karbon/AnaSayfa/flexiblemechanisms.aspx?sflang=tr> (18.12.2015).

Ortak Yürütme Mekanizması ve Temiz Kalkınma Mekanizması yöntem ve proje döngüsü bakımından birbirine oldukça benzemektedir. Aralarındaki temel fark ise, Temiz Kalkınma Mekanizması'nda Ek – I listesinde yer alan bir ülkenin emisyon azaltım hedefine ulaşmak için projelerini geliştirmekte olan ülkelerde gerçekleştirirken; Ortak Yürütme Mekanizması kapsamında ise proje yatırımları yine başka bir Ek - I ülkesinde gerçekleştirilmektedir.

### **1.5.2.2. Piyasa Temelli Esneklik Mekanizmaları**

Kyoto Protokolü'nün taraflarının kullanımına sunduğu piyasa temelli mekanizma ise Emisyon Ticareti Sistemidir. Bu zorunlu karbon piyasasının yanı sıra Gönüllü Karbon Piyasaları adı verilen sosyal sorumluluk çerçevesinde iş yürüten piyasalar da mevcuttur.

#### **1.5.2.2.1. Emisyon ticaret sistemi**

Kyoto Protokolü'nün 17. Maddesi ile düzenlenen Emisyon Ticareti Mekanizması, Ek - I ülkelerinin taahhüt ettikleri emisyon hedefine ulaşmak için taraf ülkelerin kendi aralarında emisyon ticareti yapma esasına dayanmaktadır. Başka bir deyişle, taahhüt edilen emisyon miktarından daha fazla azaltım yapan Ek – I ülkesi, emisyonundaki bu ilave azaltımı başka bir Ek - I ülkesine satabilir.<sup>66</sup>

Emisyon Ticaret Mekanizması' na göre sera gazı emisyonunun hedeflediğinden daha aşağı çekebiilen bir Ek - I ülkesi, fazladan gerçekleştirdiği emisyon indirimini herhangi bir taraf ülkeye satabilmektedir. Satılan emisyonlar, satan ülkenin Tahsislendirilmiş Miktar Birimi'nden (*Assigned Amount Units - AAU*) düşürülüp satın alan ülkenin belirlenmiş azaltım birimine eklenmektedir. Emisyon Ticareti Mekanizması aynı zamanda ülkelerin emisyonlarını kendi salım yükümlülüklerinin altına düşürme açısından da iyi bir teşvik sağlamaktadır.<sup>67</sup>

Hem bölgesel hem de ülke çaplı geliştirilen farklı Emisyon Ticaret Sistemleri bulunmaktadır. 2002 yılı itibariyle Emisyon Ticareti Sistemi'nde, Danimarka ve İngiltere

<sup>66</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008, s.17.

<sup>67</sup> Narin, a.g.m., s.946.

karbon piyasası oluşumunun öncülüğünü yapmıştır. 2002 - 2006 yılları arasında İngiltere’de uygulanan Emisyon Ticareti Programı daha sonra Avrupa Birliği bünyesinde uygulamaya giren Emisyon Ticareti programının altyapısını oluşturması açısından önemli bir deneyim sağlamıştır.<sup>68</sup>

2005 yılında faaliyete geçen Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Programı (*European Union Emission Trading Scheme – EU ETS*) dünyanın en büyük çok ülkeli ve çok sektörlü sera gazı emisyon ticaret sistemidir. EU ETS hem dünyada uygulanan ilk uluslararası emisyon ticareti programı olması hem de yüksek bir emisyon hacmini hedeflemesi bakımından önem taşımaktadır. EU ETS, Avrupa Birliğine üye 27 ülkede faaliyet gösteren ve enerji üretimi, petrol rafinerileri, demir çelik, çimento, cam, kireç, tuğla, seramik ve kâğıt gibi sektörlerde CO<sub>2</sub> yoğun üretim yapan (termal girdisi 20 MW/s’i geçen) 10.000’i aşkın işletmeyi kapsamaktadır. Bu işletmeler birlik kapsamında yaratılan CO<sub>2</sub>’nin neredeyse yarısını üretmektedirler.<sup>69</sup>

EU ETS dört ana prensip esasında çalışmaktadır. Bunlar;<sup>70</sup>

- Limitleme ve ticaret sistemi (cap – trade)
- İlgili sektörlerden katılımın zorunluluğu
- Güçlü uyum çerçevesi
- Kyoto Protokolü kapsamında tarafların emisyon sınırlama veya azaltım yükümlülüklerini kolaylaştırmaları amacıyla ulusal düzenlemeleri destekleyen mekanizmalar (CDM, JI ve ETS)’dir.

EU ETS ülkeleri emisyon azaltım sorumluluklarını yerine getirdikleri takdirde Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarına ait projelerden kazanılan emisyon sertifikalarını kullanabilmektedirler. EU ETS’deki bu olanaklar likiditelerin artmasına, emisyon sertifikalarının düşmesine, bunun yanı sıra CDM ve JI projelerine ev sahipliği yapan ülkelerin sürdürülebilir kalkınmasını güçlendirmesine katkı sağlamaktadır.<sup>71</sup>

---

<sup>68</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008, s.19.

<sup>69</sup> Engin,a.g.m., s.77.

<sup>70</sup> İlge Kıvılcım, “Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sisteminde Son Durum- Havacılık Sektörü”, *İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme Notu*, 53, Mayıs 2012, s. 2.

<sup>71</sup> Mehmet Metin Dam, “Sera Gazı Emisyonlarının Makroekonomik Değişkenlerle İlişkisi: OECD Ülkeleri İçin Panel veri Analizi”, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayınlanmış Doktora Tezi), Aydın, 2014, s.58.



#### 1.5.2.2.2. Gönüllü karbon piyasaları

Gönüllü karbon piyasaları hükümetlerin iklim değişikliği ile mücadele hedefleri ve politikalarından bağımsız olarak geliştirilmiş<sup>72</sup>, sosyal sorumluluk çerçevesinde bireylerin, kurum ve kuruluşların, sivil toplum örgütlerinin faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltmalarını ve denkleştirmelerini\*\*\*\* kolaylaştırmak amacıyla oluşturulmuş pazar piyasalarıdır.<sup>73</sup>

Gönüllü karbon piyasaları Kyoto Protokolü kapsamında zorunlu olarak uygulanan esneklik mekanizmalarına benzeyen bir süreçte sahip olmasına rağmen işlem gören emisyon azaltımlarının ulusal yükümlülük kapsamı dışında gönüllülük esasında gerçekleştirmeleri açısından farklılık göstermektedir.<sup>74</sup>Günümüz koşullarında gönüllü karbon ticaretinin, Kyoto Protokolü kapsamında “Zorunlu Karbon Piyasaları” dışında kalan sektörler ve ülkelerde geçerli olduğu görülmektedir.<sup>75</sup>

İklim değişikliği ve etkileri konusunda artan kamuoyu bilinci ve karbon denkleştirmenin güvenilir bir önlem stratejisi olduğu gerçeğinin kabul görmesi bu piyasaların son yıllarda hızla gelişmesini sağlamıştır. Faaliyetleri çerçevesinde oluşturdukları sera gazı emisyonlarını dengelemek isteyen firmalar, faaliyetlerine dayalı sera gazı emisyonlarını, yani karbon ayak izlerini, hesaplayarak bu emisyonlarını azaltmak ve dengelemek amacıyla emisyon azaltımı sağlayan projelerin üretmiş oldukları karbon sertifikalarını sosyal sorumluluk prensibi çerçevesinde satın almaktadırlar.<sup>76</sup>

<sup>72</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Gönüllü Karbon Piyasaları”, İklim Dairesi Başkanlığı, y.y., t.y., <http://www.karbonkayit.cob.gov.tr/Karbon/AnaSayfa/gonullucarbonpiyasalari.aspx?sflang=tr> (25.04.2016).

\*\*\*\* **Gönüllü karbon denkleştirme:** Bir yerden salınan sera gazının başka bir yerden salınacak aynı miktarda sera gazının önlenmesiyle veya atmosferdeki aynı miktarda sera gazının yutulması/hapsedilmesiyle “nötrleştirilmesi” anlamına gelmektedir.

<sup>73</sup>İklim Gönüllüleri (Climate Volunteers), “Gönüllü Karbon Piyasaları”, y.y., t.y., <http://www.climatevolunteers.com/?page=gonulluPiyasalar> (25.04.2016).

<sup>74</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış”, CBCCM Proje Ekibi, Ankara, Ocak 2011, <http://www.enver.org.tr/UserFiles/Article/f8fefddd-d749-4784-816b-eb06e69b9d34.pdf> (26.04.2016), s.13.

<sup>75</sup>Climate Volunteers, “Gönüllü Karbon Piyasaları”, t.y., <http://www.climatevolunteers.com/?page=gonulluPiyasalar> (25.04.2016).

<sup>76</sup> T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Türkiye’de Karbon Piyasası”, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ekim 2012, [http://www.eie.gov.tr/iklim\\_deg/document/karbon\\_piyasasi.pdf](http://www.eie.gov.tr/iklim_deg/document/karbon_piyasasi.pdf) (26.04.2016), s.2.



Ticareti yapılan bu emisyon sertifikalarına Gönüllü veya Onaylı Emisyon Azaltımı (*Voluntary or Verified Emission Reduction - VER*)sertifikası adı verilmektedir.<sup>77</sup>

Gönüllü karbon piyasalarında işleyen sürecin zorunlu karbon piyasalarındaki yaptırımlardan farklı olarak;

- İklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için istekli olmak,
- Kamu yararı için finans sağlama konusunda yenilikçi yaklaşımlar içerisinde olmak,
- Paydaşlar ile ilişkileri güçlendirmek,
- Ulusal ve bölgesel yükümlülükler ve planlamalar için hazırlanıyor olmak,
- Karbon kredilerinin tekrar satılmasıyla kar elde etmek,
- Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği programlarının birleştirilmesi gibi amaçlar için geliştirilmektedir.

### **1.5.3. Bali Eylem Planı**

Kyoto Protokolü, ilgili taraf ülkelerin sera gazı salınımlarını 2008-2012 yılları arasında %5 oranında azaltılması hükmüne dayandığı için sözleşmenin süresi 2012 yılına kadardır. 2012 yılından sonrası için yeni bir sözleşme ve yeni hedeflere gereksinim duyulduğu belirtilmektedir.

Protokol'ün ikinci dönemi, yani 2012 yılı sonrasında uluslararası rejimin oluşturulmasına yönelik girişimler, 3-14 Aralık 2007 tarihlerinde Endonezya'nın Bali Adası'nda düzenlenen İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin 13. Taraflar Konferansı ve Kyoto Protokol'ü 3. Taraflar Toplantısı ile başlamıştır. Konferansa 192 ülkeden hükümet temsilcileri, Birleşmiş Milletler organları ve kuruluşları, hükümetler arası kuruluşlar, 413 gözlemci ve sivil toplum kuruluşları, 531 akredite basın kuruluşu temsilcileri olmak üzere 10 binden fazla kişi katılmıştır.<sup>78</sup>

<sup>77</sup> İklim Gönüllüleri (Climate Volunteers), "Gönüllü Karbon Piyasaları", y.y., t.y., <http://www.climatevolunteers.com/?page=gonulluPiyasalar> (25.04.2016).

<sup>78</sup> DSİ Genel Müdürlüğü, "Bali Eylem Planı", Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 13. Taraflar Toplantısı (COP 13), Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, t.y., <http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/cop13.pdf?sfvrsn=2>(08.03.2015), s.1.

Konferansta, 2009 yılı sonuna kadar sonuçlandırılmak üzere 2012 sonrasında Kyoto anlaşmasının yerini dolduracak ve uzun dönemli işbirliğini kapsayacak yeni bir uluslararası iklim değişikliği anlaşmasının yapılmasını sağlayan yol haritası belirlenmiştir. Konferans sonunda “Bali Eylem Planı (*Bali Action Plan*)” kabul edilmiştir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün sunduğu İklim Değişikliği Birimi Raporuna göre, Bali Eylem Planı olarak adlandırılan metinde aşağıdaki kararlar alınmıştır:

- Tüm gelişmiş ülkelerin emisyon azaltım/sınırlama hedefi gibi ölçülebilir, raporlanabilir ve doğrulanabilir, ulusal olarak uygulanabilir mücadele taahhütleri üstlenmeleri gerekmektedir.
- Gelişmekte olan ülkelerin ise teknoloji, finansman ve kapasite oluşturma önlemleri ile desteklenen sürdürülebilir kalkınma bağlamında azaltım tedbirleri almaları gerekmektedir.
- Uyum alanında, etkilenebilirliğin değerlendirilmesi, tedbirlerin önceliklendirilmesi, mali ihtiyaçların belirlenmesi ve kapasite oluşturmaya öncelik verilmelidir.
- Müzakerelerin Sözleşme altında yürütülmesi gereklidir.
- 2009 yılı sonuna kadar müzakerelerin tamamlanması gerekmektedir.

#### **1.5.4. Kopenhag Mutabakatı**

Aralık 2009'da Danimarka'nın başkenti Kopenhag şehrinde gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 15. Taraflar Konferansı'na 192 ülkeden 15 bin delege katılmıştır. Bu konferansın temel hedefi, ilk yükümlülük dönemi 2012 yılında sona erecek olan Kyoto Protokolü'nden sonra geçerli olacak sözleşmeye ilişkin müzakerelerin sonlandırılması olarak belirtilmiştir.<sup>79</sup>

Küresel sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine uyumda finansal ve teknolojik yardım konularında anlaşmaya varılması için iki yıl süren iklim

---

<sup>79</sup> Volker Oschmann, “Kopenhag'dan Sonra Uluslararası İklim Koruma Hukuku(Das Internationale Klimaschutzrecht nach Kopenhagen)”, (çev.) Ahmet M. Güneş, *TAAD*, 2, 4,2011, s.361.

müzakereleri sonucunda zayıf ve hukuki bağlayıcılığı olmayan bir mutabakat ortaya çıkmıştır.<sup>80</sup> Bu durumun en temel sebebi olarak, devletlerin iklim değişikliği gibi küresel bir sorun ile mücadelede ulusal çıkarları ötesinde bir politik irade göstermemelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

Kopenhag Mutabakatı iklim değişikliği konusunda politik bir bildirge olup 2005'ten bu yana UNFCCC altında sürdürülen müzakerelerde dile getirilen temel konuları içermektedir. Mutabakat, politik bir rehberlik yapmasının yanında Sözleşme ve Kyoto Protokolü kapsamında sürdürülen müzakerelere yön vermektedir.<sup>81</sup> On iki başlıktan oluşan anlaşmanın temel başlıkları şöyle özetlenebilir:<sup>82</sup>

- Küresel ısınmada etkili olan sera gazı emisyonlarının önemli oranda kısıtlanması gereğinin bilimsel açıdan da desteklendiği vurgulanarak, 'bu çerçevede küresel sıcaklık artışının 2 °C dereceden daha az olmasını sağlamak amacıyla sera gazı emisyonlarının azaltılması gerektiği;
- Gelişmiş ülkelerin geliştirmekte olan ülkelerin adaptasyon çalışmaları için yeterli, öngörülebilir ve sürdürülebilir finansal kaynak, teknoloji ve kapasite geliştirme desteği sağlaması;
- Özellikle küçük ada devletleri, Afrika'daki en az gelişmiş ülkelerin daha çok desteğe ihtiyacı bulunduğu vurgulanarak, geliştirmekte olan ülkelere 2010–2012 periyodunda 30 milyar dolar, 2012–2020 arasında yıllık 100 milyar dolarlık yardım yapmasının hedeflendiği, söz konusu yardımın kamusal ve özel, ikili ve çok taraflı kaynaklardan sağlanabileceği;
- EK – I ülkelerinin sera gazı emisyonu 2020 azaltım hedeflerini; Ek -I Dışı ülkelerin ise, ulusal programlarına uygun azaltım faaliyetlerini (*Nationally Appropriate Mitigation Action - NAMAs*) yapmaları,
- Mutabakat metninde, gelecek yılın sonuna kadar üzerinde uzlaşılan konulara yasal bağlayıcılık getirilmesinin ele alınması önerisi gibi hususlar yer almaktadır.

---

<sup>80</sup> Barış Gençer Baykan, “Kopenhag Zirvesi: Zayıf Mutabakat, Hedefsiz Türkiye”, *Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Toplumsal Araştırmalar Merkezi*, Araştırma Notu 09/59, 2009, s.1.

<sup>81</sup> DSİ Genel Müdürlüğü, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 15. Taraflar Toplantısı (COP 15)”, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, t.y., <http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/co%C4%B1p15.pdf>(10.04.2015),s.2.

<sup>82</sup> Engin, a.g.m., s.78.

Bağlayıcı yükümlülükler açısından Kyoto Protokolü'nün gerisinde kalan mutabakat bir takım yenilikler de sağlamıştır. Bunlar şu şekilde ifade edilmektedir. İlki, beşeri faaliyetler sonucu oluşan küresel ısınmanın başlıca sorumluları olarak görülen ABD ve Çin mutabakatta öncü rol oynamaktadır. İkincisi, gelişmekte olan ülkelere gerek finansal, gerek teknolojik anlamda destek verilmesi ve bu ülkelerin de uyum sürecine dâhil edilmelerinin sağlanması olarak ifade edilmektedir. Son olarak da, orman alanındaki tahribatın küresel ısınma üzerindeki etkisinin vurgulanması da başka bir yenilik olarak dikkat çekmektedir.<sup>83</sup>

### 1.5.5. Cancun Zirvesi

29 Kasım- 10 Aralık 2010 tarihlerinde Meksika'nın Cancun şehrinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 16. Taraflar Konferansı ve Kyoto Protokolü'nün 6. Taraflar Toplantısı düzenlenmiştir.

Zirve sonunda yayınlanan nihai metin, Kopenhag Mutabakatı uyarınca gelişmiş ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkeler tarafından verilen taahhütleri de içermektedir.<sup>84</sup> Cancun Zirvesi'nde, Kyoto Protokolü altında yürütülen müzakerelerin devam edilmesi ve Protokol'e taraf olan ülkelerin 2020 yılına kadar emisyonlarını %25-40 oranında düşürmeleri gerekliliği vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra, küresel ısınmayı 2 °C ile sınırlandırılmasının küresel bir hedef olarak belirlenmesi konusunda karar alınmıştır. Zirve'de, gelişmekte olan ülkelerin de ulusal koşullara uygun azaltım faaliyetlerinde bulunmaları için adımlar atılmıştır. Bu kararları takiben Teknoloji Mekanizması ve Yeşil İklim Fonu (*Green Climate Fund*) gibi hedefi tutturmayı destekleyecek mekanizmalar geliştirilmiştir.<sup>85</sup>

Yeşil İklim Fonu ile gelişmekte olan ülkelere kısa dönemde (2012 yılına kadar) yıllık 30 milyar dolar; uzun dönemde ise (2020 yılına kadar) yıllık 100 milyar dolar finansman ayrılması taahhüdünde bulunmaktadır. Ayrıca iklim değişikliğini

---

<sup>83</sup> Engin, a.g.m., s.78.

<sup>84</sup> John Scowcroft, "Kopengag Kaosundan Sonra - Meksika Mucizesi Ya Da Cop'un Yapabildiği", *Türkiye Elektrik Sanayi Birliği*, Aralık 2010, [http://www.tesab.org.tr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=300](http://www.tesab.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=300)(10.03.2015).

<sup>85</sup> Melis Bitlis, "Önlenemeyen Gerçek: İklim Değişikliği", *Escarus Sürdürülebilir Danışmanlık Raporu*, Ekim 2015,s.2.

hafifletmek ve buna uyum sağlamak için teknolojinin geliştirilmesi ve yayılması özelliğini arttırmak üzere Teknoloji Mekanizmaları üzerinde de bir Sözleşme hazırlanmaktadır.<sup>86</sup>

Cancun Zirvesi'nin ardından 2011 yılında düzenlenen Durban Zirvesi (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 17. Taraflar Konferansı) ve 2012' de düzenlenen Doha Konferansı'nda (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 18. Taraflar Konferansı) alınan kararlar ve geliştirilen mekanizmalara rağmen yeni bir uluslararası rejim oluşturma konusunda görüş birliği sağlanamamıştır. Kyoto Protokolü'nün uygulama süresinin 2020 yılına kadar uzatılmasına karar verilmiştir. Rusya Federasyonu, Japonya ve Kanada gibi gelişmiş ülkeler Kyoto Protokolü'nden ayrıldıklarını, yeni taahhütlerde bulunmayacaklarını belirtmektedir. Bu durum, Kyoto Protokolü'nün ikinci dönem sürecinde eski gücünü kaybedeceği şüphesini uyandırmaktadır.

### 1.5.6. Paris İklim Zirvesi

30 Kasım - 13 Aralık 2015 tarihlerinde Fransa'nın Paris şehrinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 21. Taraflar Konferansı'na 195 ülke temsilcisi katılmıştır. Konferans sonunda iklim değişikliği ile mücadeleyi hedefleyen "Paris Anlaşması" imzalanmıştır. Uluslararası anlamda hukuki bağlayıcılığı olan anlaşmanın yürürlüğe girebilmesi için, küresel sera gazı emisyonlarının en az %55'ini oluşturan ve en az 55 ülkenin parlamentoları tarafından onaylanması gerekmektedir.

Paris Anlaşması'nın temel esasları aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:<sup>87</sup>

- Tüm tarafların emisyon azaltımı konusunda yükümlülük almaları kabul edilmiştir. Bu azaltım yükümlülükleri doğrultusunda gelişmiş ülkelerin daha fazla azaltım taahhüdü almaları ve mutlak azaltım yapmaları istenirken; gelişmekte olan ülkelerin de "Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk" ilkesi gereği mevcut

<sup>86</sup> John Scowcroft, "Kopengag Kaosundan Sonra - Meksika Mucizesi Ya Da Cop'un Yapabildiği", *Türkiye Elektrik Sanayi Birliği*, Aralık 2010, [http://www.tesab.org.tr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=300](http://www.tesab.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=300) (10.03.2015).

<sup>87</sup> Birleşmiş Milletler "Paris Anlaşması", Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin 21. Taraflar Konferansı-COP 21,(çev.) Yunus Bakıhan ÇAMURHAN, Ekoloji Kolektifi Derneği, 12 Aralık 2015, ss.19-27.

kapasitelerine göre bir azaltım yapmaları beklenmektedir. Ayrıca 2050 sonrası içinde öncelikle gelişmiş ülkelerin sıfır emisyon sağlayacak konuma gelmeleri talep edilmektedir.

- Sanayi Devrimi'nden bugüne dünyanın ortalama sıcaklıktaki artışını 2°C'nin daha altında tutarak ve mümkün olduğunca 1,5°C'de sınırlandırmayı hedeflemektedir.
- Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere “düşük-karbonlu ve iklime dirençli” kalkınmayı sağlayacak dönüşümü gerçekleştirilmesi için gerekli olan iklim finansmanı, teknoloji ve kapasite geliştirme desteği sağlamaları gerekmektedir. Bu bağlamda, gelişmiş ülkelerin 2020 yılına kadar gelişmekte olan ülkelere 100 milyar dolar iklim finansmanı sağlamaları ve 2020 sonrası için bu rakamın daha üstünde finansman sağlamaları talep edilmektedir.
- Ülkelerin emisyon azaltımları konusunda almış oldukları hedeflerin, geliştirdikleri politikalar ve hedefe ulaşma konusundaki ilerleme durumlarının şeffaf ve hesaplanabilir bir yöntemle her beş yılda bir düzenli olarak değerlendirileceği belirtilmektedir.

Paris Anlaşması içeriğine bakıldığında her yönüyle tarihi bir anlaşma olmasının yanı sıra yerel, ulusal, bölgesel ve küresel ölçekte ekonomileri, toplumları ve çevreyi temelden değiştirecek niteliktedir. Ayrıca imzalanan bu anlaşma, iklim değişikliğine neden olarak kabul edilen endüstriyel faaliyetlerden en önemlisi olan enerji üretimi için devrim niteliğinde kararların alınmasını gerektirmektedir.<sup>88</sup>

Paris Anlaşması, atmosferde en fazla sera gazı emisyonuna neden olan Çin ve ABD'nin de aralarında bulunduğu UNFCCC' ye taraf 197 ülkenin 111'inin onaylamasının ardından 4 Kasım 2016 tarihinden itibaren resmen yürürlüğe girmiştir.<sup>89</sup> Haziran 2017'de ABD'nin Paris İklim Zirvesi'nden imzasını çekmesiyle anlaşmanın öne sürdüğü hedefleri karşılayıp karşılayamayacağı tartışmalarını beraberinde getirmektedir.

---

<sup>88</sup> Nedim Bülent Damar, “Paris İklim Değişikliği Anlaşması Cop 21 Ve Türkiye”, *Elektrik Mühendisliği*, 456, Mart 2016, s.69.

<sup>89</sup>United Nations, “Paris Agreement-Status Of Ratification”, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), t.y., [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9444.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php)(10.11.2016).

Yaşanan bu son gelişmenin özellikle zirvede alınan “küresel sıcaklık artışını 2°C altında tutma” hedefini yerine getirebilmesini zorlaştıracığı düşünülmektedir.<sup>90</sup>



---

<sup>90</sup> Kevin Liptak ve Jim Acosta, “Trump on Paris accord: 'We're getting out'”, CNN Politics, 2 Haziran 2017, <http://edition.cnn.com/2017/06/01/politics/trump-paris-climate-decision/index.html>, (01.07.2017)



## İKİNCİ BÖLÜM

### KANTİL REGRESYON ve PANEL VERİ MODELLERİ

Bu bölümde alternatif regresyon yöntemlerinden biri olarak bilinen kantil regresyon modellerine ve yatay kesit ile zaman serisi verilerinin birleşimden oluşan panel veri modellerine ilişkin bilgiler iki alt kısımda incelenmektedir. İlk kısımda, kantil kavramı, kantil yoğunluk ve dağılım fonksiyonu konuları tanıtılmakta ve kantil regresyonun özellikleri, parametre tahmincilerinin elde edilmesi hakkında bilgiler verilmektedir. İkinci kısımda ise panel veri model türleri, panel veri modellerinin avantajları ve dezavantajlarının yanı sıra statik ve dinamik panel veri modelleri açıklanmaktadır. Bununla birlikte statik ve dinamik panel veri modellerine ait parametre tahmincilerin elde edilmesinde kullanılan tahmin yöntemleri hakkında bilgiler verilmektedir.

#### 2.1. KANTİL REGRESYON MODELLERİ

Regresyon kavramı ilk kez 19. yüzyılda Francis Galton tarafından yapılan kalıtım kuramına ilişkin çalışmalarda ortaya çıkmış olup sosyal bilimler, pazar araştırmaları, finans, eğitim gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ekonometrik çalışmalarda sıklıkla kullanılan regresyon analizi, bağımlı ve açıklayıcı değişkenler olarak ifade edilen değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyen ve bu ilişkileri matematiksel modeller yardımıyla ortaya koyan istatistiksel bir araç olarak bilinmektedir.

Klasik regresyon analiz tekniği olarak bilinen koşullu ortalama regresyon modelleri, açıklayıcı değişkendeki değişimlere karşılık bağımlı değişkenin koşullu ortalamasını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Klasik regresyon analiz tekniğinin kullanılabilmesi için normallik, sabit varyans, otokorelasyon olmaması, açıklayıcı değişkenlerin tesadüfi olmaması ve hata terimlerinin beklenen değerinin sıfır olması gibi bazı temel varsayımların geçerli olması gerekmektedir. Bu varsayımlar sağlandığında etkin tahminciler elde edilirken; varsayımların sağlanmadığı durumda

yapılan tahminler etkin tahminci özelliğini yitirmektedirler. Genellikle sosyal bilimlere ait verilerle yapılan çalışmalarda normallik ve sabit varyans varsayımlarının ihlal edilebildiği görülmektedir. Örneğin, gelir dağılımlarının çoğu zaman normal dağılıma sahip olmaması; CEO'ların yıllık tazminatının dağılımı değişen varyansın bir göstergesi olan firma büyüklüğü ile birlikte artma eğiliminde olması varsayım ihlallerinin göstergesidir.<sup>91</sup>

Klasik regresyon analizine ilişkin varsayımların sağlanmadığı durumlarda alternatif regresyon yöntemleri tercih edilmektedir. Alternatif regresyon yöntemleri arasında yer alan kantil regresyon yöntemi bu varsayımların rahatlatılmasına yardımcı olabilmektedir. Bununla birlikte, kantil regresyon araştırmacılara bağımlı değişkenin dağılımının konumu (merkezi ve merkezi olmayan), ölçeği ve şekli üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkisinin görünümünü sunmaktadır.

### 2.1.1. Kantil Kavramı

Kantil kelimesi miktar kelimesinden türemiştir. En basit ifadeyle, kantil kavramı bir anakütlenin veya örneklemin belirli bir oranına karşılık gelen değer olarak ifade edilmektedir.<sup>92</sup> Kantil değeri, bir değişkenin dağılımında yer alan ve dağılımı kendisinden küçük ve büyük olanlar şeklinde ikiye bölen değer olarak belirtilmektedir.

Kantil, bir seriye ait olan gözlem değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralandığında serinin toplam frekansını iki, dört, on veya yüz eşit kısma ayıran değerlerin genel ismidir. Gözlem değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanmış bir seriyi iki eşit kısma ayıran değere medyan; dört eşit kısma ayıran değere kartil; on eşit kısma ayıran değere desil ve yüz eşit kısma ayıran değere santil (yüzdebirlik) adı verilmektedir.<sup>93</sup> Kantiller, “ $\tau$ ” simgesiyle gösterilmekte ve genellikle onları tanımlamak için kullanılan

---

<sup>91</sup> Lingxin Hao, Daniel Q. Naiman, *Quantile Regression, Series: Quantitative Applications In The Social Sciences*, California, SAGE Publications, 2007, s. vii.

<sup>92</sup> Warren G. Gilchrist, *Statistical Modelling with Quantile Functions*, Florida, Chapman & Hall/Crc, 2000, s.1.

<sup>93</sup> Özer Serper, *Uygulamalı İstatistik*, 7b., Bursa, Ezgi Kitabevi, 2014, s.102.

örneklem gözlemlerinin sıralanması işlemleriyle ayrılmaz ilişki içerisinde olduğu görülmektedir.<sup>94</sup>

Küçükten büyüğe doğru sıralanmış  $X$  sürekli rassal değişkenin medyanı,  $X$ 'in olası değerlerinin %50'si bu değere eşit ya da bu değerden küçük olduğu değerdir.<sup>95</sup> Sıralanmış verileri dört eşit parçaya bölen değere kartil adı verilmektedir. Bir seride üç kartil mevcuttur. Birinci kartil ( $Q_1$ ) değerinden küçük değerler toplam frekansın  $1/4$ 'ünü; büyük değerler ise toplam frekansın  $3/4$ 'ünü oluşturmaktadır. İkinci kartil ( $Q_2$ ) değerinden küçük değerler toplam frekansın  $2/4$ 'ünü; büyük değerlerde de yine frekansın  $2/4$ 'ünü oluşturur. İkinci kartil medyana eşittir. Üçüncü kartil ( $Q_3$ ) değerinden küçük değerler toplam frekansın  $3/4$ 'ünü; büyük değerler de toplam frekansın  $1/4$ 'ünü oluşturmaktadır.<sup>96</sup> Belirli bir  $0 < p < 1$  için,  $F(x)$  dağılım fonksiyonunun  $100p$ 'inci yüzde birliği,  $F(x) = p$  olduğu  $x$  değeridir. Yani, anakütle verisinin %100 $p$ 'si  $x$ 'e eşit ya da altındadır. Eğer  $x$  değerlerinin kümesi  $F(x) = p$  yi sağlıyorsa, bu kümenin minimumu  $100p$ 'inci yüzde birliğe eşit olur.  $100p$ 'inci yüzde birlik  $p$ 'inci kartil olarak adlandırılmaktadır.<sup>97</sup>

### 2.1.2. Anakütlenin Modellenmesi

Bir anakütlede herhangi bir dağılıma sahip rassal örneğin yapısını göstermenin dört farklı yolu mevcuttur. Bunlar; kümülatif dağılım fonksiyonu, olasılık yoğunluk fonksiyonu, kartil fonksiyonu ve kartil yoğunluk fonksiyonudur. Bahsi geçen dağılımlardan ilk ikisi hemen hemen bütün istatistik konularında yer alırken; diğer ikisinden nadiren söz edilmektedir.

<sup>94</sup> Roger Koenker ve Kevin F. Hallock, "Quantile Regression", *The Journal of Economic Perspectives*, 15, 4, 2001, s.146.

<sup>95</sup> Kalimuthu Krishnamoorthy, *Handbook of Statistical Distributions with Applications*, Boca Raton, Chapman & Hall/CRC, 2006, s.12.

<sup>96</sup> Necmi Gürsakar, *Betimsel İstatistik*, 7 b., Bursa, Dora Yayıncılık, 2012, s.102.

<sup>97</sup> Krishnamoorthy, a.g.e., s.14.

### 2.1.2.1. Kümülatif Dağılım Fonksiyonu

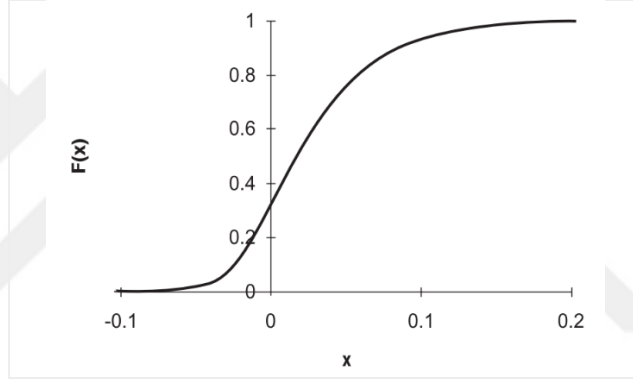
$F(x)$  tarafında gösterilen kümülatif dağılım fonksiyonu (*cumulative distribution function – CDF*), herhangi bir  $x$  gerçel değeri için  $X$  rassal değişkeninin bu değere eşit ya da küçük olma bir olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Kümülatif dağılım fonksiyonu,

$$F(x) = \text{Olasılık}(\text{rassal değişken } X \leq x)$$

$$F(x) = P(X \leq x) \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Azalan fonksiyona sahip olan kümülatif dağılım fonksiyonun şekli aşağıdaki gibidir.<sup>98</sup>

Şekil 2.1: Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



Şekil 2.1’ de görüldüğü gibi fonksiyon, eksenin sol ucundaki 0 olasılık değerinden başlamakta ve eksenin sağ tarafındaki 1 olasılığına kadar devam etmektedir. Herhangi bir değişkene ilişkin olasılıkların, olası değerler üzerindeki dağılımı olarak ifade edilmektedir. Kümülatif dağılım fonksiyonu, bir dağılımın tek yönlü tanımlamasını vermektedir.

### 2.1.2.2. Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

$f(x)$  ile gösterilen olasılık yoğunluk fonksiyonu (*probability density function – PDF*) bir değişkenin alabileceği değerlerle bu değerleri alma olasılıkları arasındaki

<sup>98</sup> Gilchrist, a.g.e., s.10.

bağlantıyı gösteren fonksiyondur. Kısacası, bir dağılımı tanımlamanın ikinci yolu olarak belirtilmekte ve aşağıdaki ilişki ile ifade edilmektedir:

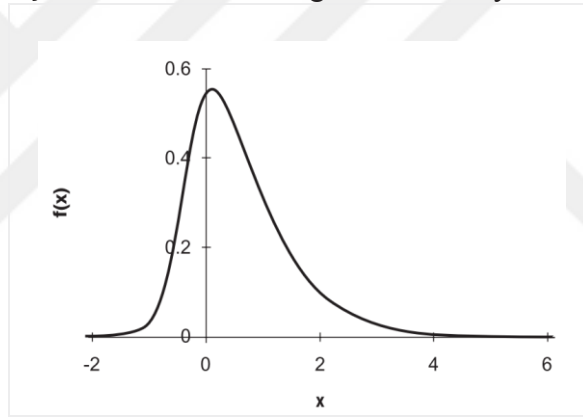
$$f(x)dx = \text{Olasılık } (x \leq \text{rassal değişken } X \leq x + dx) \quad (2.2)$$

Burada  $dx$ ,  $x$ 'in sonsuza doğru en küçük aralığıdır. Herhangi bir gözlenen değerin toplam olasılığını ifade eden  $f(x)$  eğrisinin altındaki alanın 1 olması gerekmektedir. Kümülatif dağılım fonksiyonu ve olasılık dağılım fonksiyonu arasındaki ilişki,<sup>99</sup>

$$f(x)dx = F(x + dx) - F(x) = dF(x) \quad (2.3)$$

şeklinde basit bir terminolojiyle belirtilmekte ve olasılık yoğunluk fonksiyonunun gösterimi Şekil 2.2' de verilmektedir.

**Şekil 2.2:** Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



Olasılık yoğunluk fonksiyonu, kümülatif dağılım fonksiyonunun türevine eşit olup  $f(x) = dF/dx$  ile gösterilmektedir.

### 2.1.2.3. Kantil Fonksiyon

Dağılımların simetrik olma özellikleri azaldığında, daha karmaşık özet ölçülerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kantiller ve kantil fonksiyonların hesaba katılması, özet ölçülerinin daha zengin bir biçimde derlenmesini de beraberinde getirmektedir.  $Q(\tau)$  ile gösterilen kantil fonksiyon (*quantile function* –  $QF$ ) bir dağılımı göstermenin üçüncü yolu

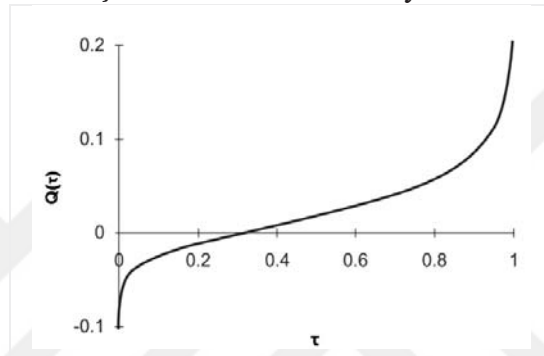
<sup>99</sup> Gilchrist, a.g.e., s.11.

olarak ifade edilmektedir. Kantil değeri, değişkenin dağılımında yer alan ve dağılımı kendisinden küçük ve kendisinden büyük olmak üzere ikiye ayıran değeri göstermektedir.

$$x_\tau = (X \leq x_\tau) \text{ olasılığı için } x' \text{ in değeridir} = \tau \quad (2.4)$$

Burada  $x_\tau$  değeri, anakütlenin  $\tau$ 'uncu kantili olarak adlandırılmaktadır.  $x_\tau = Q(\tau)$  fonksiyonu,  $\tau$ -kantili,  $\tau$ 'nun fonksiyonunu göstermekte ve kantil fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Kantil fonksiyonunun gösterimi Şekil 2.3'te verilmektedir.

Şekil 2.3. Kantil Fonksiyonu



Kantil fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonlarının tanımları herhangi  $(x, \tau)$  çiftinin değerleri için  $x = Q(\tau)$  ve  $\tau = F(x)$  olarak yazılabilir. Bu fonksiyonların her ikisi de sürekli artan fonksiyon durumunu sağlaması koşuluyla birbirlerinin tersine eşittir. Dolayısıyla,  $Q(\tau) = F^{-1}(\tau)$  ve  $F(x) = Q^{-1}(x)$  olarak yazılabilir.<sup>100</sup>  $Q(\tau)$  kantil fonksiyonu olarak adlandırılan fonksiyon,  $0 \leq \tau \leq 1$  durumunda  $\tau$ ' nun tüm olasılıkları için kantil değerlerini vermektedir.

$$Q(\tau) = F^{-1}(\tau) = \inf\{x: F(x) \geq \tau\} \quad (2.5)$$

Medyan, kantillerin özel bir durumudur ve  $Q(0.50)$ 'e denk gelmektedir. Aynı şekilde, birinci ve üçüncü kartiller sırasıyla  $Q(0.25)$  ve  $Q(0.75)$ 'e karşılık gelmektedir. Birçok istatistikçi hesaplamalarında normal dağılım tablosundan faydalanmaktadır. Örneğin, 1,96 gibi bir değer 0.975'lik bir olasılığın aşılmadığı değere karşılık gelmektedir.  $N(\tau)$  standart normal dağılım için kantil fonksiyonu olduğunda, 1.96 değeri

<sup>100</sup> Gilchrist, a.g.e., s.13.

$N(0.975)$ 'e eşit olacaktır. Başka bir ifadeyle, kullanılan normallik tabloları standart normal dağılım için kantil fonksiyonun tablolarını oluşturmaktadır.<sup>101</sup>

Dağılımların modellenmesinde kümülatif ve olasılık yoğunluk dağılımlarının yanı sıra kantil fonksiyonları da tercih edilebilmektedir.  $x$ ' in verildiği durumda  $y$ 'nin  $\tau$ 'uncu kantilleri,

$$Qy(\tau|x) = \beta x + \eta S(\tau) \quad (2.6)$$

şeklinde gösterilmektedir.  $\eta S(\tau)$  kalıntı terimini ifade etmektedir.  $S(\tau)$  simetrik olması gerekmeyen kantil fonksiyonu ve  $\eta$  ölçek parametresini belirtmektedir. Yukarıda ifade edilen durum, “ $y$ 'nin  $x$  üzerindeki kantil regresyon fonksiyonu” yada “koşullu kantil fonksiyonu” olarak adlandırılmaktadır.

#### **2.1.2.4. Kantil Yoğunluk Fonksiyonu**

Dağılımların tanımlanmasında önemli bir değişkenin fonksiyonunu elde etmek için kümülatif dağılım fonksiyonunun türevi alınarak olasılık yoğunluk fonksiyonu elde edildiği gibi, kantil fonksiyonun türevi alınarak elde edilen kantil yoğunluk fonksiyonu (*quantile density function – QDF*) aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.<sup>102</sup>

$$q(\tau) = dQ(\tau)/d\tau \quad (2.7)$$

$Q(\tau)$  azalmayan bir fonksiyon olduğu için,  $0 \leq \tau \leq 1$  durumunda eğimi  $q(\tau)$  negatif değildir.

#### **2.1.3. Kantil Regresyon**

Ampirik çalışmalarda, genellikle araştırmacılar açıklayıcı değişken kümesindeki verilen bilgileri dikkate alarak bir bağımlı değişkenin davranışını analiz etmekle ilgilenmektedirler. En standart yaklaşım olarak bilinen doğrusal regresyon modelleri kullanılmakta ve en küçük kareler (EKK) (*ordinary least square - OLS*) ya da en küçük mutlak sapma (EMS) (*least absolute deviation - LAD*), diğer bir deyişle medyan

---

<sup>101</sup> Gilchrist, a.g.e., s.1.

<sup>102</sup> Gilchrist, a.g.e., s.14.



regresyon, tahmin yöntemleri aracılığıyla bilinmeyen parametreler tahmin edilmektedir. EKK yöntemi hata teriminin karelerinin toplamını minimize ederek bilinmeyen parametreleri hesaplamakta ve bağımlı değişkenin koşullu dağılımının ortalama fonksiyonuna doğru yaklaşmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, EMS yöntemi ise mutlak hataların toplamını minimize ederek bilinmeyen parametre tahmincilerini hesaplamakta ve bağımlı değişkenin koşullu medyan fonksiyonuna doğru yaklaşımını elde etmektedir. Ortalama ve medyan bir dağılımın “merkezi” eğilimini ya da “ortalama” davranışını temsil eden iki önemli konum ölçüsü olmalarına rağmen, dağılımın kuyruğundaki davranışlar hakkında çok az bilgi sağlamaktadır. Tüm koşullu dağılımlar söz konusu olduğunda, sadece koşullu ortalama ve/veya medyan davranışlarının karakterize edilmesi yeterli değildir.<sup>103</sup>

Mosteller ve Tukey (1977) çalışmalarında, “Regresyon eğrisinin yaptığı şey  $x$ 'lerin kümesine karşılık gelen dağılımların ortalamaları için kapsamlı bir özet bilgisini sunmaktadır. Dağılımların farklı yüzdelik noktalarına karşılık gelen birçok farklı regresyon eğrisi hesaplanabilir ve böylece  $x$  kümesinin daha kapsamlı bir resmi elde edilir. Sıradan regresyon modellerinde bu durum uygulanmamaktadır ve dolayısıyla regresyon modelleri genellikle daha eksik bir görünüm sağlamaktadır. Ortalama tek bir dağılımın eksik resmini verdiği için dolayı buna bağlı olarak regresyon eğrileri de dağılımın kümesi için eksik resim vermektedir.” şeklinde ifade etmişlerdir.<sup>104</sup>

Koenker ve Bassett (1978) tarafından geliştirilen ve Buchinsky (1998) tarafından yaygınlaştırılan kantil regresyon yaklaşımı, koşullu ortalamaların EKK tahminlerinin farklı koşullu kantil fonksiyonlarına genişletilmiş halidir.<sup>105</sup> Kantiller, düzenleme ve sıralamaya dayalı yöntemler olarak tanımlanmakta ve dolayısıyla kantil regresyon modelleri, bağımlı değişkenin kantillerindeki koşullu dağılımı, gözlenen eşdeğişkenlerin değişim fonksiyonları olarak ifade edilmektedir. Bu yaklaşım, koşullu dağılımın çeşitli kantil fonksiyonlarını tahmin etmeye izin vermektedir.

---

<sup>103</sup> Chung-Ming Kuan, “An Introduction To Quantile Regression”, y.y., 2004, [file:///C:/Users/user361/Downloads/AN\\_INTRODUCTION\\_TO.pdf](file:///C:/Users/user361/Downloads/AN_INTRODUCTION_TO.pdf), (10.01.2016), s.1

<sup>104</sup> Roger Koenker, *Quantile Regression*, New York, Cambridge University Press, 2005, s.1.

<sup>105</sup> Koenker ve Hallock, a.g.m., s.143.

Koenker ve Hallock (2001) çalışmalarında, kantillerin tıpkı EKK tahmin yöntemindeki hata terimleri karelerinin minimizasyonu veya medyan regresyonundaki hata terimlerinin mutlak sapmalarının minimizasyonu gibi tanımlanabileceği öne sürmüştür. Eğer medyan simetrik bir mutlak değer fonksiyonu olarak tanımlanırsa, diğer kantiller için de bu durumun geliştirilebileceği belirtilmiştir.<sup>106</sup>

Kantil regresyon modeli doğrusal regresyon modelinin doğal bir uzantısı olarak ifade edilmektedir. Doğrusal regresyon modeli eşdeğişkendeki bir değişimle birlikte bağımlı değişkenin koşullu ortalamasındaki değişimi belirlerken; kantil regresyon modeli koşullu kantile ait değişimleri belirlemektedir. Herhangi bir kantil kullanılabileceğinden dolayı dağılımın daha önceden belirlenmemiş herhangi bir konumunu modellemek mümkün olabilmektedir.<sup>107</sup>

Basit bir doğrusal koşullu ortalama regresyon modeli aşağıdaki gibi tanımlansın:

$$Y = X'\beta + \varepsilon \quad (2.8)$$

Burada  $E(\varepsilon) = 0$  olduğu için, bağımlı değişkenin beklenen değeri  $E(Y|X) = X'\beta$  ile ifade edilmektedir. Regresyon modelinde yer alan  $\beta$ ,  $x$ 'deki en küçük değişime karşılık  $Y$  bağımlı değişkenin koşullu ortalamasındaki değişimi açıklamaktadır. EKK regresyonunda  $\beta$ 'yı tahmin edebilmek için hata karelerin toplamını minimize etmek gerekmektedir.

$$\hat{\beta} = \underset{\{\beta \in \mathbb{R}^p\}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i'\beta)^2 \quad (2.9)$$

Benzer bir şekilde, medyan regresyonu olarak bilinen en küçük mutlak sapmalara ait tahminciyi elde edebilmek için sapmaların mutlak toplamının minimize edilmesi gerekmektedir.

$$\hat{\beta} = \underset{\{\beta \in \mathbb{R}^p\}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n |y_i - x_i'\beta| \quad (2.10)$$

<sup>106</sup>Koenker ve Hallock, a.g.m., s.146.

<sup>107</sup> Hao ve Naiman, a.g.e., s.3-4.

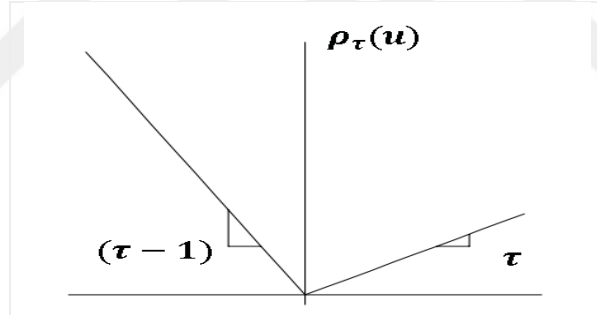
Hem hata kareler hem de mutlak hata kayıp fonksiyonu simetriktir. Yani, tahmin hatasının yönüne bakılmaksızın belirli bir büyüklüğün tahmin hatası için aynı cezanın uygulandığını göstermektedir.<sup>108</sup>

Kantil regresyon yönteminde ise, koşullu kantil fonksiyonlarının elde edilebilmesi için pozitif ve negatif hatalara farklı ağırlıklar verilmektedir. Herhangi bir kantil  $\tau \in (0,1)$  için  $\tau$ 'uncu kantil fonksiyonu asimetrik olarak ağırlıklandırılmış mutlak sapmaların minimizasyonuna dayanmaktadır.

$$\hat{\beta}(\tau) = \underset{\{\beta \in \mathbb{R}^p\}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - x_i' \beta) \quad (2.11)$$

Burada  $\rho_{\tau}(u) = u(\tau - I(u < 0))$  asimetrik kantil kontrol (kayıp) fonksiyonu ifade etmekte ve Şekil 2.4'te gösterilmektedir.<sup>109</sup>  $\hat{\beta}(\tau)$  parametresi,  $\tau$ 'uncu regresyon kantili olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 2.4. Kantil Kayıp Fonksiyonu



Asimetrik kantil kontrol fonksiyonunda,  $\rho_{\tau}(u) = u(\tau - I(u < 0))$ ;

$u \geq 0$  olduğunda  $\rho_{\tau}(u) = \tau u$

$u < 0$  olduğunda ise  $\rho_{\tau}(u) = (\tau - 1)u$  olarak tanımlanmaktadır.<sup>110</sup>  $I(\cdot)$  gösterge fonksiyonu ifade etmektedir. Şekil 2.5'te gösterildiği gibi farklı  $\tau$  değerleri dikkate

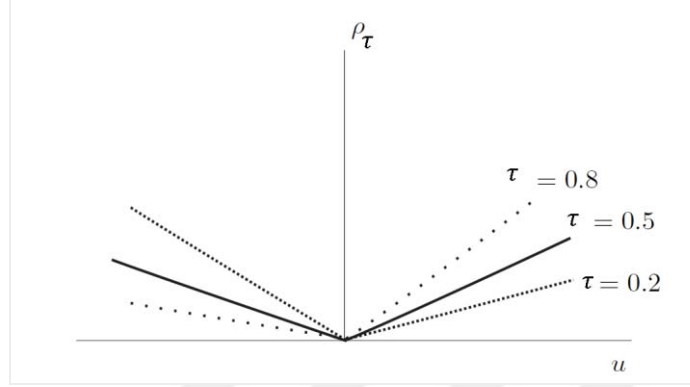
<sup>108</sup> A. Colin Cameron ve Pravin K. Trivedi, *Microeconometrics Using Stata*, Texas, Stata Press Publication, 2009, s.206.

<sup>109</sup> Koenker ve Hallock, a.g.m., 2001, s.145-146.

<sup>110</sup> Paul Alagidede ve Theodore Panagiotidis, "Stock Returns And Inflation: Evidence From Quantile Regressions, *Economics Letters*, 117, 2012, s.284.

alındığında, dağılımın izleyeceği alandan örneklem kantillerinin yığını hesaplanabilmektedir.

**Şekil 2.5.** Farklı Kantil Değerleri İçin  $\rho_\tau(u)$  Fonksiyonu



$(y_i, x_i)$  veri noktaları için  $\tau = 0.10$ 'uncu kantil regresyon tahmin doğrusu için regresyon kantilleri tahmin edilirken doğrunun altındaki gözlemlere 0.90 ağırlığı, doğrunun üstündeki gözlemlere ise 0.10 ağırlığı verilmektedir. Sonuç olarak gözlemlerin %10'u negatif hatalara sahip olurken geriye kalanların %90'ı da pozitif hatalara sahip olmaktadır. Benzer bir şekilde,  $\tau = 0.90$ 'ıncı kantil regresyon katsayıları tahmin edilirken doğrunun altında kalan noktalara 0.10 ağırlığı, doğrunun üstündeki noktalar ise 0.90 ağırlığı verilmektedir. Yani, verilen noktalara ilişkin doğrunun yukarısında kalan gözlem noktalarının %10'u pozitif hatalara, doğrunun altında kalan gözlem noktalarının %90'ı ise negatif hatalara yol açmaktadır.

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda asimetrik kantil kayıp fonksiyonu ile amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\min \sum \rho_\tau(y_i - x_i\beta) \quad (2.12)$$

$$E(\rho_\tau(Y - \varepsilon_t)) = \tau \int_{\varepsilon_t}^{\infty} (Y - \varepsilon_t) dF(y) - (1 - \tau) \int_{-\infty}^{\varepsilon_t} (Y - \varepsilon_t) dF(y) \quad (2.13)$$

Yukarıda verilen ifadenin  $\varepsilon_t$ ' ye göre türevi alındığında;

$$\frac{\delta_\varepsilon(\rho_\tau(Y - \varepsilon_t))}{\delta_{\varepsilon_t}} = -\tau(1 - F(\varepsilon_t)) + (1 - \tau)F(\varepsilon_t) \quad (2.14)$$

$$\frac{\delta_{\varepsilon}(\rho_{\tau}(Y-\varepsilon_t))}{\delta_{\varepsilon_t}} = F(\varepsilon_t) - \tau \quad (2.15)$$

şeklinde olacaktır. Bu fonksiyonun minimizasyonu sadece  $F(\varepsilon_t) = \tau$  olduğunda geçerli olmaktadır.

$F$  dağılım fonksiyonuna sahip  $Y$  bağımlı değişkenin  $\tau$ 'uncu regresyon kantili,  $\{y_i, i: 1, 2, \dots, n\}$  rassal örnekleme, bilinen tasarım matrisinin  $K$ -vektörlü dizisini gösteren  $X$  açıklayıcı değişkenlerin rassal kümesi  $\{x_i, i: 1, 2, \dots, n\}$  üzerine regres edilerek elde edilmektedir.  $\varepsilon_i = y_i - x_i\beta$  hata teriminin  $F$  dağılımına sahip olduğu varsayılmaktadır. Bu durumda,  $0 < \tau < 1$  için  $\tau$ ' uncu regresyon kantili;

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^K} [\sum_{i \in \{i: y_i \geq x_i\beta\}} \tau |y_i - x_i\beta| + \sum_{i \in \{i: y_i < x_i\beta\}} (1 - \tau) |y_i - x_i\beta|] \quad (2.16)$$

ifadesinin minimize edilmesiyle hesaplanmaktadır. Gözlemler bilinmeyen optimal değerden büyük olduğunda  $\tau$  ile ağırlıklandırılırken; optimal değerden küçük olduğu durumda ise  $(1 - \tau)$  ile ağırlıklandırılmaktadır.  $\tau = 0.50$  için regresyon kantili, en küçük mutlak sapma tahmincisi olarak bilinmektedir.<sup>111</sup>  $\tau$ ' uncu kantilin hata teriminin sıfır olduğu varsayılmaktadır.

$$Q_{\varepsilon_i(\tau)}(\tau | x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iK}) = 0 \quad (2.17)$$

Bu özellikten dolayı  $y$ 'nin  $\tau$ 'uncu koşullu kantili ise,

$$Q_{y_i}(\tau | x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iK}) = \beta_0(\tau) + \sum_{k=1}^K \beta_k(\tau) x_{ik} + \varepsilon_i(\tau) \quad (2.18)$$

olarak tanımlanmaktadır.<sup>112</sup>

<sup>111</sup> Roger Koenker ve Jr. Gilbert Bassett, "Regression Quantiles", *Econometrica*, 46, 1, 1978, ss. 38.

<sup>112</sup> Dirk Baur, Michaele Saisana, Niels Schulze, "Modelling The Effects Of Meteorological Variables On Ozone Concentration- A Quantile Regression Approach", *Atmospheric Environment*, 38, 2004, s.4690-4691.

### 2.1.4. Kantil Regresyonun Özellikleri

Ampirik uygulamalarda, elde edilen bulguların yorumlanması için ya orijinal değişkenlerin ölçeğini düzeltmek ya da bir modeli yeniden parametrelerle açıklamak tercih edilmektedir. Bu gibi değişiklikler regresyon çıktısına dayanan nicel ve nitel sonuçları etkilememektedir. Koenker ve Bassett (1978) çalışmasında  $(y, X)$  gözlemlerinin  $\tau \in (0,1)$  durumu için kantil regresyon tahmincisinin  $\beta^*(\tau; y, X) \in B^*(\tau; y, X)$  olduğunda, belirtilen dönüşüm sorunlarının çözüm unsurlarını aşağıdaki gibi formüle etmiştir.<sup>113</sup>

1.  $\beta^*(\tau, \lambda y, X) = \lambda \beta^*(\tau, y, X), \quad \lambda \in [0, \infty)$
2.  $\beta^*(1 - \tau, \lambda y, X) = \lambda \beta^*(\tau, y, X) \quad \lambda \in (-\infty, 0]$
3.  $\beta^*(\tau, y + X\gamma, X) = \beta^*(\tau; y, X) + \gamma \quad \gamma \in \mathbb{R}^K$
4.  $\beta^*(\tau; y, XA) = A^{-1}\beta^*(\tau; y, X) \quad A_{K \times K} \text{ tekil olmayan}$

Bu durumun kanıtlanması için kantil regresyon modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\begin{aligned} \psi(b; \tau, y, X) &= \sum_{\{t: y_t > x_t b\}} \tau |y_t - x_t b| + \sum_{\{t: y_t < x_t b\}} (1 - \tau) |y_t - x_t b| \\ &= \sum_{t=1}^T [\tau - 1/2 + 1/2 \operatorname{sgn}(y_t - x_t b)] [y_t - x_t b] \end{aligned} \quad (2.19)$$

Burada  $u \lesseqgtr 0$  için,  $\operatorname{sgn}(u)$  -1, 0, 1 değerlerini almaktadır. Aşağıdaki durumlar dikkate alındığında;

- i.  $\lambda \psi(b; \tau, y, X) = \psi(\lambda b; \tau, \lambda y, X), \quad \lambda \in [0, \infty)$
- ii.  $-\lambda \psi(b; \tau, y, X) = \psi(\lambda b; 1 - \tau, \lambda y, X), \quad \lambda \in (-\infty, 0]$
- iii.  $\psi(b; \tau, y, X) = \psi(\lambda b + \gamma; \tau, y + X\gamma, X), \quad \gamma \in \mathbb{R}^K$
- iv.  $\psi(b; \tau, y, X) = \psi(A^{-1}b; \tau, y, XA), \quad |A_{K \times K}| \neq 0$

Dönüşüm sorunlarının çözümüne ilişkin unsurlar bazı eşvaryanslılık (*equivariance*) özelliklerini ortaya koymaktadır. Çözüm unsurlarından ilk ikisi  $\beta^*(1/2)$

<sup>113</sup> Koenker ve Bassett, a.g.m., s.39-40.

olduğu ölçek eşvaryanslılığını; üçüncüsü  $\beta^*(\tau)$  olduğu konum (veya “geçiş” yada “regresyon”) eşvaryanslılığını, yani regresyonun değişimini; sonuncusu ise  $\beta^*(\tau)$  olduğu tasarımın yeniden parametrelerle açıklanmasının eşvaryanslılığını ifade etmektedir.

Kantil regresyona ait en önemli özellikler ise aşağıdaki gibi özetlenebilir:<sup>114</sup>

1. Kantil regresyon  $\tau$ ' nun farklı değerleri için verilen  $X = x$  durumunda  $Y$ 'nin koşullu dağılımının bütünü hakkında bilgi vermektedir.
2. Kantil regresyon yöntemindeki  $\min_{\{\beta \in \mathbb{R}^p\}} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - x_i' \beta)$  minimizasyonu doğrusal programlama gösterimidir.
3. Kantillerin en temel özelliği monoton eşitlik özellikleridir. Yani, kantiller monoton dönüşümlere\* eşittir. Herhangi bir  $h(\cdot)$  monoton fonksiyonu için,  $Q_{h(y)|x}(\tau|x) = h(Q_{y|x}(\tau|x))$  olur. Örneğin; ücretlerin logaritmasının koşullu medyanı, ücretlerin koşullu medyanının logaritmasına eşittir.
4. Hata terimleri normal dağılıma sahip olmadığında, kantil regresyon tahmincileri ortalama regresyon tahmincilerine göre daha etkin olabilmektedir.
5. Kantiller  $y$ 'deki outlier değerlere (uç değerlere) karşı daha robusttır (sağlamdır).
6. Kantil regresyon değişen varyansın belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Her bir kantil regresyon, koşullu dağılımın belirli noktasını (merkez ya da kuyruk) karakterize etmekte ve dolayısıyla farklı kantil regresyonlarını bir araya getirerek koşullu dağılımın altında daha kapsamlı bir tanımlama sağlamaktadır. Bu analiz, özellikle koşullu dağılım heterojen olduğunda ve asimetrik, şişman kuyruk ya da kesilmiş dağılım gibi “standart” şekle sahip olmadığında kullanışlı olmaktadır.<sup>115</sup> Kantil regresyon analizi bölümlere ayrılmış örneklemelere uygulanan regresyon analizinden farklıdır. Çünkü her bir kantil regresyon için farklı ağırlıklar kullanılarak bütün örneklem göz önüne alınmaktadır. Bu nedenle, kantil regresyon örnekleme bölümlere ayırmanın neden olduğu “örneklem seçim yanlılık” sorununu önlemektedir. Ayrıca bu analiz, hem normalliğin

---

<sup>114</sup> Kristjan-Olari Leping, “Public-Private Sector Wage Differential In Estonia: Evidence From Quantile Regression”, *Tartu University Press Working Paper*, No.39, 2005, s.15.

\*Monoton dönüşüm, bir serinin logaritmik koşullu medyanının, o serinin koşullu medyanının logaritmasına eşit olması durumudur.

<sup>115</sup> Heeho Kim, Saewoon Park, Sunhae Lee, “Determinants of House Prices in Seoul: The Quantile Regression Approach”, *Pacific Rim Property Research Journal*, 21, 2, s.95.



yokluğunda robust olduğu ve hem de bağımlı değişkenin koşullu dağılımı boyunca farklı noktalarda etkileri tahmin etme yeteneği olduğu için ampirik uygulamalarda sıklıkla tercih edilen bir yöntem haline gelmektedir.<sup>116</sup> Ücret yapısının araştırmaları, gelir hareketliliği, eğitim düzeyi, risk değeri, opsiyon fiyatlandırma, sermaye yapısı, ve ekonomik gelişme şimdilerde kullanılan kantil regresyonun uygulamalı ekonometri alanlarıdır.<sup>117</sup>

### 2.1.5. Kantil Regresyon Modelinin Parametre Tahminleri ve Yorumlamaları

Kantil regresyon, değişkenlere ait dağılımının normal dağılıma uymadığında ve uç/sapan (outlier) değerlerin varlığında tercih edilen regresyon yöntemi olarak bilinmektedir. Kantil regresyonda parametrelerin tahmin edilmesi klasik regresyon yönteminden biraz farklıdır. Kantil regresyonda asimtotik olarak ağırlıklandırılmış hataların minimize edilmesiyle hesaplanan regresyon tahminleri, doğrusal programlama yöntemleri kullanılarak elde edilmektedir.<sup>118</sup> Bunun yanı sıra genelleştirilmiş momentler yöntemi (*Generalized Method of Moments – GMM*) tahmin yöntemleri ile asimtotik kovaryans tahmini ve kantil regresyonun parametre tahminleri elde edilmektedir.

Klasik regresyon modellerinde  $E(Y|X = x) = x'\beta$  olduğu yerde kısmi türevleri alınarak  $\beta$  katsayıları yorumlanabilir. Klasik regresyon modellerinde, tahmin edilen regresyon katsayıları açıklayıcı değişkendeki bir birimlik artış olduğunda bağımlı değişkendeki değişimi ifade etmektedir.

$$\frac{\partial E(Y|X=x)}{\partial x_i} = \beta_i \quad (2.20)$$

Belirli bir  $x$  için  $y$ 'nin  $\tau$ 'uncu koşullu kantili  $Q_\tau(y_i|x_i) = x_i'\beta_\tau$  şeklinde belirtildiğinde, tahmincisi  $\hat{Q}_\tau(y_i|x_i) = x_i'\hat{\beta}_\tau$  ile ifade edilmektedir.  $\tau$ , 0'dan 1'e doğru sürekli olarak arttığı için  $x$  üzerine koşullu  $y$ 'nin tüm koşullu dağılımı bunu izlemektedir. Uygulamada, herhangi bir veri kümesinin sadece sınırlı sayıda gözlem içerdiği göz önüne

<sup>116</sup> Anto'nio C. Marques, Jose' A. Fuinhas, "Do Energy Efficiency Measures Promote The Use Of Renewable Sources?", *Environmental Science & Policy*, 14, 4, 2011, s.475.

<sup>117</sup> WenShwo Fang, Stephen M. Miller, Chih-Chuan Yeh "Does a Threshold Inflation Rate Exist? Quantile Inferences for Inflation and Its Variability", y.y., 2008 <http://web.unlv.edu/projects/RePEc/pdf/0921.pdf>, (14.02.2017), s.7.

<sup>118</sup> Koenker ve Hallock, a.g.m., 146.

alındığında, sonlu sayıdaki kantil tahminleri sayısal olarak farklı olacaktır. Bunun yanı sıra farklı kantil regresyon tahminlerinin korelasyonlu olabileceği belirtilmektedir.<sup>119</sup>

Kantil regresyon modellerinde, tahmin edilen parametrelerin marjinal etkileri incelenirken monoton dönüşümlerden faydalanılmaktadır. Herhangi bir  $h(\cdot)$  monoton dönüşümünde,  $Q_{h(y)}(\tau|X = x) = h(Q_y(\tau|X = x))$  durumu dikkate alınarak marjinal etkiler incelenmektedir.  $Q_{h(y)}(\tau|X = x) = x'\beta(\tau)$  eşit olduğuna göre,

$$\frac{\partial Q_y(\tau|X = x)}{\partial x_i} = \frac{\partial h^{-1}(x'\beta)}{\partial x_i} \quad (2.21)$$

kısmi türevlerin alınmasıyla kantil regresyon katsayıları yorumlanabilir. Kantil regresyon katsayılarının yorumlamaları klasik regresyon yorumlarına benzemektedir. Aralarındaki tek fark, biri koşullu ortalama farklılıklarına dayanırken diğeri koşullu kantiller boyunca dağılımın bütün resmini göstermektedir.

Kantillerin katsayıları nasıl yorumlanabilir?  $j$  olarak adlandırılan açıklayıcı değişkenlerin birine göre  $y$ 'nin koşullu kantilinin kısmi türevi,  $\frac{\delta Q_\tau(y_i|x_i)}{\delta x_{ij}}$ , göz önüne alınmaktadır. Bu türev,  $x$ 'in  $j$ 'inci elemanındaki marjinal değişimden dolayı  $\tau$ 'uncu koşullu kantildeki marjinal değişimi olarak yorumlanmalıdır. Eğer  $x$   $K$  tane ayrık farklı değişken içeriyorsa, bu türev sadece  $j$ 'inci değişken üzerindeki  $\beta_{\tau_j}$  katsayısını vermektedir.<sup>120</sup> Kantil regresyon katsayıları, açıklayıcı değişkendeki bir birimlik değişimin bağımlı değişkenin belirli bir kantilinde nasıl bir değişime neden olacağını ifade etmektedir.<sup>121</sup> Başka bir deyişle,  $Q_{y|x}(\tau)$  üzerinde  $i$ 'inci açıklayıcı değişkenin tahmin edilen marjinal etkisidir. Buna rağmen tahminleme sürecinde bazı zorluklar yaşanmaktadır. Bunlar;

- Kantil regresyon tahmincisi,  $\beta(\tau)$ , kapalı forma sahip değildir.

<sup>119</sup>Moshe Bunchinsky, "Recent Advances in Quantile Regression Models: A Practical Guideline for Empirical Research", *The Journal of Human Resources*, 33, 1, 1998, s. 98.

<sup>120</sup> Bunchinsky, a.g.m., s. 98.

<sup>121</sup>Hao ve Naiman, a.g.e., s.57.

- $Q_T(\beta; \tau)$  orijine göre türevi alınamamaktadır, bu nedenle standart sayısal algoritmalar geçerli değildir.

$Q_T(\beta, \tau)$ ' nin minimizasyonu,  $\mathbf{w}$  noktasının her doğrultuda negatif olmayan olduğu yönsel türevleri gibidir.<sup>122</sup>

$$\left. \frac{\partial Q_T(\beta + \delta \mathbf{w}; \tau)}{\partial \delta} \right|_{\delta=0} = -\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \psi_{\tau}^*(y_t - x_t' \beta, -x_t' \mathbf{w}) x_t' \mathbf{w}, \quad (2.22)$$

$$\psi_{\tau}^*(a, b) = \tau - 1_{\{a < 0\}} \text{ eğer } a \neq 0 \text{ ise}$$

$$\psi_{\tau}^*(a, b) = \tau - 1_{\{b < 0\}} \text{ eğer } a = 0 \text{ ise}$$

Burada  $\mathbf{b}$ ,  $t = 1, 2, \dots, k$  için  $y_t = \mathbf{x}_t' \mathbf{b}$  olacak şekilde bir nokta olduğu varsayalım.  $Q_k$ ' nin minimize edicisi yönsel türev olduğundan dolayı aşağıdaki gibidir.

$$-\frac{1}{k} \sum_{t=1}^k (\tau - 1_{\{-x_t' \mathbf{w} < 0\}}) x_t' \mathbf{w}, \quad (2.23)$$

Herhangi bir  $\mathbf{w}$  için negatif olmamalıdır. Böylece,  $\mathbf{b} Q_{\tau}$ ' nin minimizasyonunun basit çözümüdür. Bir diğer basit çözüm ise,  $k$  sayıda gözlemin herbirine mükemmel uyum sağlayan  $\mathbf{b}(\kappa) = \mathbf{X}(\kappa)^{-1} \mathbf{y}(\kappa)$ ' dir. Bu basit çözümler arasında araştırma yaparak istenilen  $\hat{\beta}(\tau)$  tahmincisi elde edilebilir. Bunun için genellikle doğrusal programlama algoritması kullanılmaktadır.

### 2.1.5.1. Doğrusal Programlama Yöntemiyle Parametre Tahmini

En küçük mutlak değer tahmincisi olarak bilinen  $L_1$  minimizasyonu\*\*, 1950'lerin başından beri doğrusal programlama problemi olarak formüle edildiği ve simpleks algoritmasının bir biçimiyle çözülebildiği kabul edilmiştir. Barrodale ve Roberts (1974)

<sup>122</sup> Chung-Ming Kuan, "Introduction to Quantile Regression", y.y., 2010, [http://homepage.ntu.edu.tw/~ckuan/pdf/Lec-QReg-slide\\_spring%202010.pdf](http://homepage.ntu.edu.tw/~ckuan/pdf/Lec-QReg-slide_spring%202010.pdf), (18.09.2016), s. 11-12.

\*\* $L_1$  minimizasyonu sapmanın ölçüsüdür ve doğrusal ölçü olarak adlandırılır. Mutlak sapmaların toplamını ifade etmektedir.  $L_1(\alpha) = \sum_{k=1}^r |f(x^k, \alpha) - y^k|$  şeklinde gösterilir.

tarafından geliştirilen simpleks algoritması yardımıyla kantil regresyon tahmincisini,  $\beta_\tau$ , elde etmek için,

$$\min_{\beta} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \rho_\tau(y_i - x_i' \beta) \quad (2.24)$$

ifadesinin minimizasyonu doğrusal programlama problemi olarak gösterilmektedir. Doğrusal programlama gösteriminin iki özelliği burada önemlidir.<sup>123</sup>

- (2.24)'deki problem doğrusal programlamanın temel (primal) problemidir.
- Birinci mertebeye koşulları doğrusal programlamanın dual problem şartlarını karşılamaktadır.

Eğer  $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)'$  tam sütun rankına sahip ise, doğrusal programlamanın duality teoremi optimal bir çözümün var olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, çözüm sonlu sayıdaki simpleks iterasyonlarında elde edilmektedir. Doğrusal programlama probleminin önemli bir çıkarımı,  $\hat{\beta}_\tau$  çözümünü değiştirmeksizin, eğer  $y_i - x_i' \hat{\beta}_\tau > 0$  ise  $y_i$ 'yi  $\infty$  doğru arttırabildiği ya da  $y_i - x_i' \hat{\beta}_\tau < 0$  ise  $y_i$ 'yi  $-\infty$  doğru azaltabildiğidir.

Barrodale ve Roberts (1974) tarafından geliştirilen simpleks algoritmasının etkin versiyonu, kantil regresyon sürecinde regresyona ait koşullu kantileri hesaplamak amacıyla Koenker ve D'Orey (1987) tarafından uyarlanarak geliştirilmiştir. Fakat bu algoritma çok sayıda veri içeren gözlem sayıları ( $n > 100000$ ) için yetersiz bulunmuştur. Portnoy ve Koenker (1997) tarafından önerilen genel doğrusal programlama problemlerinin çözümünde kullanılan iç nokta algoritması ise, çok sayıda gözlem içeren veri kümesi için simpleks algoritmasının üstünde etkin hesaplamalar sunmaktadır.<sup>124</sup> Yukarıda ifade edilen her iki algoritma, regresyon kantillerinin hesaplanması için üstün algoritmalar olarak kabul edilmektedir.

$\tau$ 'uncu örneklem kantilini bulmak için basit doğrusal kantil regresyonun temel gösterimi (2.11)'de ifade edilmiştir. Kalıntıların pozitif ve negatif vektörünü ifade eden

<sup>123</sup> Moshe Buchinsky, "Changes in the U.S. Wage Structure 1963-1987: Application of Quantile Regression", *Econometrica*, 62, 2, 1994, s. 410-411.

<sup>124</sup> Colin Chen, Ying Wei, "Computational Issues For Quantile Regression", *The Indian Journal of Statistics*, 67, 2, 2005, s.400.

$\{u_i, v_i: 1, 2, \dots, n\}$  değişkenleri ve  $2n$  yapay değişkeni tanıtarak doğrusal programlama ile aşağıdaki gibi yeniden formüle edilebilir.<sup>125</sup>

$$\min_{(\beta, u, v) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}_+^{2n}} \{\tau \mathbf{1}_n^T u + (1 - \tau) \mathbf{1}_n^T v \mid \mathbf{1}_n \varepsilon + u - v = y\} \quad (2.25)$$

Formülde belirtilen  $\mathbf{1}_n$ ,  $\mathbf{1}$ 'in  $n$  vektörünü göstermektedir.  $\mathbb{R} \times \mathbb{R}_+^{2n}$  kümesi ve doğrusal eşitlik kısıtlamalarıyla belirlenen  $(2n + 1)$  boyutlu hiper düzlemin keşişiminden oluşan çokyüzlü kısıtlama kümesi üzerinde minimize edilerek doğrusal fonksiyon elde edilmektedir. Kantil regresyonun amaç fonksiyonu mutlak sapmaların ağırlıklandırılmış toplamıdır. Gözlem değerlerinin işaretlerine dayanarak  $\tau$ 'uncu kantil regresyon,

$$\min_{\{\beta \in \mathbb{R}^p\}} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \tau - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{sgn}(y_i - x_i^T \beta) \right) (y_i - x_i^T \beta) \quad (2.26)$$

olarak yeniden yazılabilir.<sup>126</sup> Burada  $\text{sgn}(u)$ ,  $u$ 'nın işaretidir.  $u$  pozitif ise 1, negatif veya sıfır ise (-1) değerini alır. Tahminlerin gözlem değerlerinin büyüklüğü yerine gözlemlerin işaretleri dikkate alınmaktadır. Bu durum, kantil regresyonun robust bir yöntem olmasını sağlamaktadır.<sup>127</sup>

### 2.1.5.2. GMM Tahmin Yöntemiyle Parametre Tahmini

Kantil regresyon modellerinde asimtotik kovaryans tahmini ve parametre tahminlerinin yapılabilmesi için genelleştirilmiş momentler yöntemine başvurulabilmektedir. Kantil regresyon modelinin  $\tau$ ' uncu kantil fonksiyonu (2.26)'da verilmiştir. (2.26)'da verilen denklem birinci mertebe koşullarının (*first order conditions*)  $k \times 1$  vektörü yardımıyla aşağıdaki gibi yazılabilir.<sup>128</sup>

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \tau - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{sgn}(y_i - x_i^T \hat{\beta}_\tau) \right) x_i = 0 \quad (2.27)$$

<sup>125</sup> Koenker, a.g.e., s.7.

<sup>126</sup> Koenker, Bassett, a.g.m., s.38.

<sup>127</sup> Selahattin Güriş, *STATA ile Panel Veri Modelleri*, İstanbul, Der Yayınları, 2015, s.166.

<sup>128</sup> Bunchinsky, 1998, a.g.m., s. 95.

Yukarıda yer alan denklemden birinci merteye koşulu, genelleştirilmiş momentler yöntemi açısından aşağıdaki gibi uyarlanabilir:

$$\Psi(x_i, y_i, \beta) = \left( \tau - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{sgn}(y_i - x_i^T \hat{\beta}_\tau) \right) x_i \quad (2.28)$$

Burada, uygun koşullar altında  $E[\Psi(x_i, y_i, \beta)] = 0$  olması gerekmektedir. Bu çıkarım,  $\Psi(\cdot)$ 'nin moment fonksiyonu olduğunu kanıtlamaktadır. Moment fonksiyonu yardımıyla kantil regresyon tahmincisinin asimtotik normalliği ve tutarlılığı incelenebilmektedir.

### 2.1.6. Kantil Regresyona Ait Asimtotik Sonuçlar

Kantil regresyon tahmincileri  $n \rightarrow \infty$  giderken  $\|\hat{\beta}_n(\tau) - \beta(\tau)\| \rightarrow 0$  olasılıkta aşağıdaki düzenleyici koşullar varsayıldığında tutarlıdır.<sup>129</sup>

1.  $F(Y|x_i)$  koşullu dağılım fonksiyonları  $\tau$ 'uncu kantilde 0'dan  $\infty$ ' a kadar sınırlandırılmış eşit uzaklıktaki sürekli yoğunluklarla  $f(Y|x_i)$  daima süreklidir.
2.  $Q_0$  ve  $Q_1$  pozitif tanımlı matrisleri aşağıdaki gibidir.
  - (a)  $\lim_{n \rightarrow \infty} n^{-1} \sum_{i=1}^n x_i x_i^T = Q_0$
  - (b)  $\lim_{n \rightarrow \infty} n^{-1} \sum_{i=1}^n f_i^2(F^{-1}(\tau)) x_i x_i^T = Q_1$
  - (c)  $\max_{i=1,2,\dots,n} \|x_i\| / \sqrt{n} \rightarrow 0$

Yukarıdaki koşullar altında regresyon kantillerinin asimtotik normal dağılımı için iki senaryo üretilebilir. Hatalar bağımsız ve özdeş olarak dağıldığında ilk durum gerçekleşmektedir.<sup>130</sup>

$$\sqrt{n}(\hat{\beta}_n(\tau) - \beta(\tau)) \xrightarrow{d} N\left(0, \frac{\tau(1-\tau)}{f^2(F^{-1}(\tau))} Q_0^{-1}\right) \quad (2.29)$$

<sup>129</sup> Koenker, a.g.e., 116-122.

<sup>130</sup> Christina Davino, Marilena Furno, Domenico Vistocco, *Quantile Regression Theory and Applications*, United Kingdom, John Wiley&Sons, 2014, s.66.

Hatalar bağımsız fakat özdeş olarak dağılmadığında ise ikinci durum gerçekleşmektedir.<sup>131</sup>

$$\sqrt{n}(\hat{\beta}_n(\tau) - \beta(\tau)) \xrightarrow{d} N(0, \tau(1 - \tau)Q_1^{-1}Q_0Q_1^{-1}) \quad (2.30)$$

Bunun yanı sıra  $\tau_i$  ve  $\tau_j$  kantilleri arasındaki asimtotik kovaryans,

$$Acov\left(\sqrt{n}\left(\hat{\beta}_n(\tau_i) - \beta(\tau_i)\right), \sqrt{n}\left(\hat{\beta}_n(\tau_j) - \beta(\tau_j)\right)\right) = (\tau_i \wedge \tau_j - \tau_i\tau_j)Q_1(\tau_i)^{-1}Q_0Q_1(\tau_j)^{-1} \quad (2.31)$$

ile ifade edilmektedir.

Regresyon kantillerinin asimtotik dağılımına dayanan istatistiksel çıkarımlarını yapmak için, öncelikle kovaryans matrisini tahmin edilmesi gerekmektedir. Hatalar için bağımsız ve özdeş dağılım varsayımı altında kovaryans matrisi,

$$var(\sqrt{n}\hat{\beta}(\tau)) = \frac{\tau(1-\tau)}{f^2(F^{-1}(\tau))} \hat{Q}_0^{-1} \quad (2.32)$$

ile ifade edilir. Burada  $\hat{Q}_0^{-1} = n^{-1} \sum_{i=1}^n x_i x_i'$ 'dir. Seyreklik (*sparsity*) fonksiyonu,  $s(\tau) = \frac{1}{f(F^{-1}(\tau))}$ , ampirik dağılım fonksiyonunun farklı bölümleri kullanılarak tahmin edilir.

$$\hat{s}_n(\tau) = \frac{\hat{F}_n^{-1}(\tau + h_n|\bar{x}) - \hat{F}_n^{-1}(\tau - h_n|\bar{x})}{2h_n} \quad (2.33)$$

Burada  $\hat{F}_n^{-1}(\tau + \bar{x})$ , verilen  $\bar{x}$  için  $Y$ 'nin tahmin edilen koşullu kantilini sağlamaktadır.  $\bar{x}$ ,  $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$  tarafından verilen örneklem ortalamasını ve  $h_n$  ise  $n \rightarrow \infty$  giderken  $h_n \rightarrow 0$  olduğu yerdeki bant genişliği parametresini göstermektedir. Hataların bağımsız ve özdeş dağılıma sahip olmadığı durumu altında kovaryans matrisi,

$$var(\sqrt{n}\hat{\beta}(\tau)) = \tau(1 - \tau)\hat{Q}_1^{-1}\hat{Q}_0\hat{Q}_1^{-1} \quad (2.34)$$

ile ifade edilmektedir. Burada  $\hat{Q}_1 = n^{-1} \sum_{i=1}^n \hat{f}_i^2(F^{-1}(\tau))x_i x_i^T$ 'dir ve

<sup>131</sup> Davino, Furno, Vistocco, a.g.e., s.72.



$$\hat{f}_i(F^{-1}(\tau)) = \frac{2h_n}{x_i^T \hat{\beta}(\tau+h_n) - x_i^T \hat{\beta}(\tau-h_n)} \quad (2.35)$$

olarak verilmiştir.  $h_n$  bant genişliği parametresi Bofinger yöntemi ya da Hall ve Sheather yöntemi kullanılarak hesaplanabilir.

### 2.1.7. Bootstrap Yöntemi ile Asimtotik Kovaryansın Belirlenmesi

Bootstrap yöntemi  $n$  hacimli bir örnekten hesaplanan parametre tahmininin örneklem dağılımı için elde edilen Monte-Carlo yöntemidir. Bootstrap yönteminin Monte-Carlo simülasyonundan farkı Efron (1979) tarafından ortaya konulmuştur. Bu yaklaşım, aynı kütleden tekrarlı örneklemeler elde etme esasına dayandığı için genel bir yeniden örnekleme prosedürünü oluşturmaktadır. Bootstrap yöntemi, örneklem ortalamaları, standart hataları ve güven aralıklarını oluşturmak amacıyla geliştirilen bir yöntemdir. Örneklem gözlemleri aracılığıyla istatistiklerin dağılımlarını tahmin etmek için kullanılan bilgisayara dayalı yöntem olarak bilinmekte ve birçok avantaja sahiptir.<sup>132</sup> Bazı durumlarda tutarsız tahminçileri sağladığı halde, normallik gibi dağılımsal varsayımları gerektirmemektedir.

Bootstrap yöntemi, örneklem büyüklüğü küçük olduğu zaman bile daha doğru çıkarımlar sağlamaktadır. Asimtotik olarak türetilmesinin zor olduğu örnekleme dağılımlarıyla istatistikleri üretmek için başvurulabilir. Bu yöntemin temel özelliği ilgili örneklem dağılımının en iyi tahminini elde etmek amacıyla orijinal örneklem ile yer değiştirilen çok sayıda tekrarlanan örnekleme üretmesidir.

$x_1, x_2, \dots, x_n$  durağan süreçli bir örneklem  $\{x_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ , olduğu varsayalım. Bootstrap algoritması şeklen aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:<sup>133</sup>

1. İlk olarak  $p$ 'inci düzeyde verilen otoregresif model ile çalışılmaktadır.

<sup>132</sup> Brad Efron, "Bootstrap Methods: Another Look At The Jackknife", *The Annals Of Statistics*, 7, 1,1979, s.2.

<sup>133</sup> A.C. Davison, D.V. Hinkley, *Bootstrap Methods and Their Application*, United Kingdom, Cambridge University Press, 1997, s.103.

$$x_t = \sum_{j=1}^p \phi_j x_{t-j} + z_t, \quad t \in \mathbb{Z} \quad (2.36)$$

2. Model (2.31)'e karşılık gelen  $\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2, \dots, \hat{\phi}_n$  parametreleri tahmin edilir. Daha sonra kalıntılar hesaplanır.

$$x_t = \sum_{j=1}^p \hat{\phi}_j x_{t-j} + \hat{z}_t \quad (2.37)$$

3. Otoregresif kalıntılara dayanan yeniden örnekleme oluşturulur. Herhangi bir  $t \in \mathbb{Z}$  için  $\hat{z}_t$ 'nin ampirik kümülatif dağılım fonksiyonunun  $F_Z$  olduğu yerde  $z_t^* \xrightarrow{iid} \hat{F}_Z$ 'dir. Yineleme formülüyle,  $\{x_t^*\}$  aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$x_t^* = \sum_{j=1}^p \hat{\phi}_j x_{t-j}^* + \hat{z}_t^* \quad (2.38)$$

4. Herhangi bir istatistik için  $T_n = T_n(x_1, x_2, \dots, x_n)$  durumu dikkate alınsın.  $T_n^*$  bootstrap istatistiği aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$T_n^* = T_n(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \quad (2.39)$$

Kavramsal olarak bootstrap yöntemiyle asimtotik kovaryans matrisini elde etmek için, tasarım matrisindeki gözlemlerden elde edilen  $n$  büyüklüğündeki örneklem ilgilenilen anakütle olarak verilsin. Orijinal örnek verileri olan  $(y_i, x_i)$  ikilisinden yerine koyma yöntemiyle örnekleme yapılarak  $i = 1, 2, \dots, n$  için elde edilen  $(y_i^{BS}, x_i^{BS})$  ikilisi bootstrap örneklemini oluşturmaktadır. Bootstrap yöntemiyle elde edilen  $(y_i^{BS}, x_i^{BS})$  ikilisine ait kantil regresyon modeli aşağıdaki gibidir.

$$y_i^{BS} = x_i^{BS} \beta_\tau + \varepsilon_{\tau i}^{BS} \quad (2.40)$$

Burada  $y_i^{BS} = (y_1^{BS}, y_2^{BS}, \dots, y_n^{BS})$  ve  $x_i^{BS} = (x_1^{BS}, x_2^{BS}, \dots, x_n^{BS})$  şeklindedir. Oluşturulan yeni örnekleme simpleks algoritması uygulanarak  $y_i^{BS}$ 'nin  $x_i^{BS}$  üzerindeki kantil regresyondan elde edilen  $\hat{\beta}_\tau^{BS}$  bootstrap tahmincisi tahmin edilir. Daha sonra bu işlemler  $R$  kere tekrar edilerek  $\hat{\beta}_{\tau 1}^{BS}, \hat{\beta}_{\tau 2}^{BS}, \dots, \hat{\beta}_{\tau R}^{BS}$  tahminleri elde edilir.  $\beta_\tau$ 'nin bootstrap yöntemiyle elde edilen asimtotik kovaryans matrisinin tahmini,

$$\hat{\Omega}_\tau^{BS} = \frac{n}{R} \sum_{j=1}^R (\hat{\beta}_{\tau j}^{BS} - \bar{\hat{\beta}}_\tau) (\hat{\beta}_{\tau j}^{BS} - \bar{\hat{\beta}}_\tau)' \quad (2.41)$$

biçiminde ifade edilmektedir. Burada,  $\bar{\beta}_\tau = \frac{1}{R} \sum_{j=1}^R \bar{\beta}_\tau^{BS}$ ,  $y_1$  göstermektedir. Bootstrap tekrar sayısını ifade eden R, küçük örneklemden kovaryans matrisinin değişkenliğini garanti etmek için yeterince büyük olmalıdır. Uygulamada küçük örneklemden farklı tekrar sayılarında farklı sonuçlar çıksa dahi, standart hataların bulunması için 500 bootstrap tekrar sayısının kullanılması önerilmektedir.<sup>134</sup>

### 2.1.8. Wald Testi

Klasik doğrusal regresyon teorisi,  $x$  açıklayıcı değişkeni için verilen  $y$  bağımlı değişkenin koşullu kantil fonksiyonlarının hepsinin birbirine paralel olduğunu, yani farklı kantil regresyonların eğim katsayılarının eşit olduğunu, varsaymaktadır. Açıklayıcı değişkenler bağımlı değişkenin dağılımının konumunu değiştirirken şeklini ve ölçeğini değiştirmezler. Fakat uygulamalarda, kantil regresyonun eğim tahminlerinin kantiller arasında farklılık gösterdiği görülmektedir ve bu durum kantil regresyona ait çıkarımlar yaparken önemli sorunları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle kantiller boyunca eğim parametrelerinin eşitliğinin test edilmesi gerekmektedir. Koenker ve Bassett (1982a) çalışmalarında bazı basit testler önerilmiş ve iki örneklem problemi için bu testlerin basit bir versiyonları aşağıda ifade edilmektedir.<sup>135</sup>

#### 2.1.8.1. İki Örneklem Konum Değişim Testi

İki örneklem problemi için geliştirilen bu Wald testi, iki örneklem kantilleri arasındaki aralığın eşitliğini test etmeye karşılık gelen bir testtir. Bu nedenle, ölçeğin homojenlik testi ya da değişen varyans testi olarak düşünülebilir. (2.42)'de ifade edildiği gibi iki örneklem modeli dikkate alınsın.<sup>136</sup>

$$Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 x_i + u_i \quad (2.42)$$

---

<sup>134</sup>Donald W.K. Andrews, Moshe Bunchinsky, "A Three-Step Method For Choosing The Number Of Bootstrap Repetitions", *Econometrica*, 68, 1, 2000, s. 27-28.

<sup>135</sup>Koenker, a.g.e., s.75.

<sup>136</sup>Koenker, a.g.e., s.75-76.

Burada ilk örneklemden  $n_1$  gözlemi için  $x_i = 0$  ve ikinci örneklemden  $n_2$  gözlemi için  $x_i = 1$  değerlerini aldığı düşünölsün. Bu modeldeki  $\alpha_2$  eğim parametresinin  $\tau$ 'uncu regresyon kantil tahmini iki örneklemin  $\tau$ 'uncu örneklem kantilleri arasındaki farka eşittir. Bu yüzden,  $\tau_1$  ve  $\tau_2$  kantilleri arasındaki eğim parametrelerinin eşitliğinin testi aşğıdaki hipotez eşitliğinin testi gibidir.

$$\begin{aligned}\alpha_2(\tau_2) - \alpha_2(\tau_1) &= (Q_2(\tau_2) - Q_1(\tau_2)) - (Q_2(\tau_1) - Q_1(\tau_1)) \\ &= (Q_2(\tau_2) - Q_2(\tau_1)) - (Q_1(\tau_2) - Q_1(\tau_1)) \\ &= 0\end{aligned}\tag{2.43}$$

Bu durumda, iki örneklem için  $(\tau_1 - \tau_2)$  kantilleri arasındaki aralık (mesafe) eşittir.  $\hat{\alpha}_2(\tau_2) - \hat{\alpha}_2(\tau_1)$ 'in asimtotik varyansı aşğıda verilen eşitlikteki gibidir.

$$\sigma^2(\tau_1, \tau_2) = \left[ \frac{\tau_1(1-\tau_1)}{f^2(\xi_1)} - 2 \frac{\tau_1(1-\tau_2)}{f(\xi_1)f(\xi_2)} + \frac{\tau_2(1-\tau_2)}{f^2(\xi_2)} \right] \left[ \frac{n}{nn_2 - n_2^2} \right]\tag{2.44}$$

Burada,  $\xi_i = F^{-1}(\tau_i)$  ve Eşitlik (2.33)'ün boş hipotezinin testi aşğıda verilen eşitlik (2.45)'deki  $T_n$  istatistiğinin asimtotik normalliğine dayanmaktadır.

$$T_n = \frac{(\hat{\alpha}_2(\tau_2) - \hat{\alpha}_2(\tau_1))}{\sigma^2(\tau_1, \tau_2)}\tag{2.45}$$

### 2.1.8.2. Genel Doğrusal Hipotezler

Genel hipotezler, Wald yaklaşımıyla kolayca bağdaştırılmaktadır. Koenker ve Bassett (1982b),  $\zeta = (\beta(\tau_1)', \dots, \beta(\tau_m)')$  vektörü üzerindeki genel doğrusal hipotezini,<sup>137</sup>

$$H_0 = R\zeta = r\tag{2.46}$$

ve test istatistiğini ise,

---

<sup>137</sup> Koenker, a.g.e., s.76-77.

$$T_n = n(R\hat{\zeta} - r)' [RV^{-1}R']^{-1}(R\hat{\zeta} - r) \quad (2.47)$$

şeklinde tanımlanmışlardır. Burada  $V_n$ 'in  $ij$ 'inci blok için tanımlı  $mp \times mp$  matrisidir ve eşitlik (2.48)'de verildiği gibidir.

$$V_n(\tau_i, \tau_j) = [\tau_i \Lambda \tau_j - \tau_i \tau_j] H_n(\tau_i)^{-1} J_n(\tau_i, \tau_j) H_n(\tau_i)^{-1} \quad (2.48)$$

R matrisinin rankının  $q$  olduğu yerdeki  $T_n$  istatistiği  $H_0$  hipotezi altında asimtotik olarak  $\chi_q^2$  dağılımına sahiptir. Bu formülasyon, farklı kantil ve açıklayıcı değişkenleri içeren ortak testlere dayanan tek kantil regresyon katsayısı üzerindeki basit testlerden çok daha fazla farklı test durumlarını barındırmaktadır. Örneğin, değişen varyansın geleneksel en küçük karelere dayanan testlerinin robust alternatifini sağlayan testler gibi farklı kantiller arasında yer alan eğim katsayılarının eşit olup olmadığı test edilebilir. Çünkü bu testler, bağımlı değişkenin gözlemlerindeki outlier değerlere karşı duyarsız olarak kurulmaktadır. Aynı formülasyon, doğrusal olmayan hipotezin Jacobian'ı olarak  $H_0$  hipotezi değerlendirilerek  $\zeta$  vektör üzerindeki doğrusal olmayan hipotezleri test etmek içinde kullanılabilir.

## 2.2. PANEL VERİ MODELLERİNE GİRİŞ

Ekonometrik araştırmalarda farklı veri türleri kullanılmakta ve bu farklı veri türleri yapılarına uygun modeller aracılığıyla incelenmektedir. Zaman serisi ve yatay kesit verilerin birleştirilmesiyle elde edilen panel verilerin analizi günümüzde yoğun ilgi gören regresyon modelleri arasında yer almaktadır. Klasik regresyon modellerinde olduğu gibi, panel veri modellerinde de bağımlı değişken ile bir veya birden çok açıklayıcı değişken arasındaki ilişkiler zaman ve yatay kesit boyutu dikkate alınarak incelenmektedir.

Panel veri modelleri iktisadi ilişkilerin incelenmesinde hem birimlere hem de zamana göre bilgi edinilmesini sağlamakla birlikte daha kapsamlı modellerin kullanılmasına izin vermektedir. Ayrıca, bu modeller tek başına yatay kesit veya zaman serisi verileri kullanılarak çözülemeyecek iktisadi problemlerin analiz edilmesini mümkün kılmaktadır.

### 2.2.1. Panel Veri Kavramı

Panel veri; hane halkları, ülkeler, firmalar gibi yatay kesit gözlemlerinin belirli bir zaman dönemi içerisinde bir araya getirilmesiyle oluşturulan veri setleri olarak tanımlanmaktadır.<sup>138</sup> Panel veri setleri iki farklı boyuttan oluşmaktadır. Bunlardan ilki yatay kesit boyutu, ikincisi ise zaman boyutudur. Panel (boylamsal - *longitudinal*) veri setleri, her bir yatay kesit verisi için çoklu gözlemler yani zaman boyutunu barındırmaktadır.<sup>139</sup>

Panel veri  $N$  sayıda yatay kesiti ifade eden birim ve her bir birime karşılık gelen  $T$  sayıda gözlemden meydana gelmektedir. Bir  $Y$  değişkeni için panel veri serisi  $Y_{it}$  ile gösterilmektedir. Burada  $i$  alt simgesi 1'den  $N$ 'ye kadar ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) yatay kesit birimlerini,  $t$  alt simgesi ise 1'den  $T$ 'ye kadar ( $t = 1, 2, \dots, T$ ) zaman dönemlerini göstermektedir.<sup>140</sup> Örneklem boyutu yatay kesit birimleri ve zaman dönemlerinin çarpımına ( $N \times T$ ) eşittir.

Panel veri setinde yer alan her bir yatay kesit birime karşılık gelen zaman dönemi serisinde eksik gözlem olmadığı veri setlerine dengeli panel; bazı yatay kesit birimleri için verilerin belirli dönemlerinde eksik gözlemlerin olduğu panel veri setlerine ise dengesiz panel adı verilmektedir.<sup>141</sup>

Genel olarak panel veri araştırmalarında üç amaç söz konusudur. Bunlardan ilki, birimler arasındaki değişkenliği veya birimlerin zaman içerisindeki değişkenliğini ortaya koymaktır. İkincisi, zaman boyunca sabit kalan değişkenler ile sabit olmayan değişkenleri birbirini bakımından açıklayabilmektir. Üçüncüsü ise, her bir yatay kesit biriminin ilgili değişken bakımından tahmininin yapılmasına olanak sağlamaktadır.<sup>142</sup>

---

<sup>138</sup> Badi H. Baltagi, *Econometric Analysis Of Panel Data*, 3 b., New York, John Wiley&Sons, 2005, s. 1.

<sup>139</sup> Fumio Hayashi, *Econometrics*, New Jersey, Princeton University Press, 2000, s.323.

<sup>140</sup> James H. Stock ve Mark W. Watson, *Introduction To Econometrics*, Pearson Addison Wesley, Boston, 2007, s.350.

<sup>141</sup> Jeffrey M. Wooldridge, *Introductory Econometrics A Modern Approach*, 6b., Boston, Cengage Learning, 2016, s.420,440.

<sup>142</sup> Cheng Hsiao, *Analysis Of Panel Data*, 2b., New York, Cambridge University Press, 2003, s.3.

### 2.2.2. Panel Verinin Avantajları ve Dezavantajları

Birimler arası farklılıkları ve birimler içi dinamikleri harmanlayarak bir araya getiren panel veri modelleri, yatay kesit ve/veya zaman serisi verilerine göre birçok avantaja sahiptir<sup>143</sup>. Bu avantajlar şu şekilde sıralanmaktadır:

(i) *Model parametreleri hakkında doğru çıkarımlar yapmaktadır.* Panel veriler, yatay kesit ya da zaman serisi verilerine göre gözlem sayısının fazla olmasından dolayı daha çok bilgi içermekte ve daha çok değişkenliğe sahip olmaktadır. Daha fazla örneklem değişkenliği ve serbestlik derecesi içerdiğinden dolayı daha etkin ve güvenilir tahminlerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

(ii) *Tek yatay kesit veya tek zaman serisi verilerine göre insan davranışlarının karmaşıklığını yakalamak için daha yeteneklidir.* Şunları içermektedir:

(a) *Daha karmaşık davranışsal hipotezlerin oluşturulması ve test edilmesine olanak sağlamaktadır.* Kadınlardan meydana gelen bir yatay kesit uygulamasında yıllık ortalama işgücüne katılma oranının %50 olduğu varsayalım. Bu durumun iki farklı anlamı olabilir. İlk durum, herhangi bir yıl içinde her bir kadının işgücüne dâhil olma şansı %50'dir. İkinci durum ise bütün zaman dönemi boyunca kadınların %50'si çalışmakta iken %50'si çalışmamaktadır. Yatay kesit verilerinde bu iki durum arasında bir ayırım yapılamazken sadece panel veri bu iki durumu birbirinden ayırabilmektedir<sup>144</sup>.

(b) *Dışlanmış değişkenlerin etkisini kontrol etmeye yardımcı olmaktadır.* Hem zamanlar arası dinamikler hem de birimlerin bireyselliği üzerinde bilgi içeren panel veriler gözlemlenemeyen ya da eksik (kayıp) değişken etkilerinin kontrol edilmesine izin vermektedir.

(c) *Dinamik ilişkileri ortaya çıkarmaktadır.* Panel veri analizinde kısıtsız zaman-ayarlılama modellerini tahmin etmek için şimdiki ve geçmiş değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağıntının azaltılması birimler-arası farklılıklara dayanmaktadır.

(d) *Söz konusu birim üzerindeki veriler kullanılarak birime ait sonuçları elde edilen öngörülerini yerine havuzlanmış veri ile birime ait sonuçlar için daha doğru öngörüler elde*

<sup>143</sup> Cheng Hsiao, "Panel Data Analysis- Advantages and Challenges", *IEPR Working Paper*, No: 06.49, 2006, s. 3-7.

<sup>144</sup> Baltagi, a.g.e., s. 6.



*edilmektedir.* Panel veri, diğer birimlerle ilgili verilere söz konusu birimin gözlemlerini ilave ederek birim davranışının daha doğru belirlenmesinde kolaylık sağlamaktadır.

*(e) Küme (yığın) veri analizi için mikro temelleri barındırmaktadır.* Yığın veri analizinde “temsili vekil” varsayımına başvurulmaktadır. Mikro birimler heterojen olduğu için bu temsili yığın veriler mikro birimlerin zaman serisi özelliklerini taşımayabilirler. Panel veriler ise mikro birimlerdeki heterojen olma durumu incelenmek istendiğinde kullanılmaktadır. Dolayısıyla, gözlemlerdeki homojenliğe karşı heterojenlik sorununu araştırmak için idealdir.

*(iii) İstatistiksel hesaplama ve çıkarımı basitleştirmektedir.* Panel veri analizi, yatay kesit boyutu ve zaman serisi boyutu olmak üzere iki boyutu içermektedir. Normal koşullar altında panel veri tahmincisinin hesaplanması veya çıkarımı yatay kesit ya da zaman serileri verisine göre daha karmaşık olacağı beklenmektedir. Fakat bazı durumlarda, panel verinin kullanılabilirliği hesaplama ve çıkarımı basitleştirmektedir. Bu durumlar aşağıdaki gibi belirtilmektedir:

*(a) Durağan olmayan zaman serilerinin analizinde kolaylık sağlamaktadır.* Zaman serileri verisi durağan olmadığı zaman, EKK ya da maksimum olabilirlik tahmincilerine ait dağılımların büyük örnek yaklaşımı normal dağılmamaktadır. Fakat yatay kesit birimleri boyunca gözlemlerin bağımsız olduğu panel veri mevcut olduğunda, yatay kesit birimlerine ait merkezi limit teoremi aracılığıyla birçok tahminciye ait sınırlı dağılımlarının asimtotik olarak normal dağıldığını göstermektedir.

*(b) Ölçme hatalarını azaltmaktadır.* Ölçme hataları ekonometrik bir modelin alt-tanımlamasına neden olabilmektedir. Belirli bir birim ya da zaman için çoklu gözlemlerin geçerliliği, başka tanımlanmayan bir modelin belirlenmesi amacıyla tahmincilerdeki değişimlerin anlaşılması ve farklılıkları azaltmak için araştırmacıya farklı dönüşümler yapmasına izin vermektedir.

*(c) Dinamik tobit modelleri kullanmaktadır.* Bir değişken kesikli (*truncated*) ya da sansürlenmiş olduğunda, gerçek değeri gözlemlenememektedir. Sonuç değişkeni önceki gözlemlenemeyen gerçek değere bağlı olursa, gözlemlerin olabilirliğini elde etmek için kesik aralığı üzerinden bütünleştirilme yapılmalıdır. Birden fazla kayıp değer olan bir dinamik çerçevede, çoklu bütünleştirme hesaplama açısından imkânsız olduğundan panel

veriler aracılığıyla önceki gerçek değerin gözlemlendiği alt örnekleme odaklanılarak problem sadeleştirilebilmektedir.

Yatay kesit verileri ve zaman serisi verilerine göre birçok avantaja sahip olan panel verilerin kullanımında bazı önemli sorunlar mevcuttur.<sup>145</sup> Bunlar şöyle belirtilmektedir:

- i) *Tasarım ve veri toplama problemleri:* Verinin ilgili anakütleyi temsil etmemesi, cevaplayıcıdan yanıtların eksik alınması veya mülakatı yapan kişinin hatası, cevaplayıcının gerçeği hatırlamaması, anketin düzenlenme sıklığı gibi sorunlar veri toplama aşamasında ortaya çıkmaktadır.
- ii) *Ölçme hataları:* Açıkça ifade edilmeyen sorulara verilen hatalı cevaplar, bellek hataları, prestij (saygınlık) gibi nedenlerden dolayı kasıtlı olarak verilen yanlış cevaplar, dil farklılıklarından dolayı yapılan hatalı çeviriler, cevapların yanlış kaydedilmesi ve mülakatı yapan kişinin etkisi gibi sorunlar ölçme hatalarına neden olmaktadır.
- iii) *Kısa zaman boyutu:* Tipik mikro panel verilerde her bir birim için kısa bir zaman aralığını kapsayan yıllık verileri içermektedir. Birimlerin sayısının sonsuza doğru gittiğinde ortaya çıkan asimtotik varsayımları yalanlamaktadır.
- iv) *Yatay kesit bağımlılığı:* Ülkeler arası bağımlılığın hesaba katılmadığı uzun dönemli zaman serileriyle bölgeler ya da ülkeler üzerindeki makro panel veri uygulamalarında yanlış çıkarımların oluşmasına neden olabilmektedir.

Panel veri modelleri, parametre tahminlerinde örneklem gözlemlerinden elde edilen bilgiyi en şekilde kullandığı için sıklıkla tercih edilmektedir. Bu modellerin en önemli özelliği, gözlemlenemeyen ya da ölçülemeyen açıklayıcı değişkenlerin birimlere özgü ve/veya zamana özgü özelliklerini tahmin etmesidir.

---

<sup>145</sup> Baltagi, a.g.e., s. 7- 8.

### 2.2.3. Panel Veri Regresyon Modelleri

Ekonometrik çalışmaların önemli bir kısmı gözleme dayalı ampirik tanımlamalar ve tahminlerle ilgilenirken, diğer kısmı da nedensel ya da yapısal ilişkilerin ölçülmesini amaçlamaktadır. Yapısal ilişkiler, politikaların değerlendirilmesi ve teorilerin test edilmesi için gereklidir. Panel verilerin modellenmesi için kullanılan regresyon modelleri, hem tanımlayıcı hem yapısal ekonometri için kullanılan önemli bir istatistiksel araçtır.<sup>146</sup>

Panel veri modelleri statik ve dinamik panel veri yöntemleri kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Statik panel veri modelleri durağan olan ve geçmiş değerlerinden etkilenmeyen değişkenlerin tahminlerinde kullanılırken, dinamik panel veri modelleri ise dinamik olan ve geçmiş değerlerinden etkilenen değişkenlerin tahminlerinde kullanılmaktadır.

#### 2.2.3.1. Statik Panel Veri Modelleri

Statik panel veri modelleri, bağımlı değişkendeki değişimi açıklarken bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin gecikmeli değerlerinin kullanılmadığı yani, dinamik yapının yansıtılmadığı modellerdir.

$y$  rassal değişkeninin  $x_1, x_2, \dots, x_k$  olarak verilen  $k$  tane açıklayıcı değişken tarafından açıklandığı ve  $u$ ' nun gözlemlenemeyen rassal terim olduğu klasik regresyon modelinin panel veri şeklindeki gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^K x'_{kit} \beta_{kit} + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.49)$$

Burada  $y_{it}$  bağımlı değişkene ait  $i$ . birimin  $t$ . zamanda aldığı değeri;  $x_{it}$  kesme teriminin dâhil olmadığı açıklayıcı değişkenlerin  $K$ -boyutlu vektörünü göstermektedir. Birimsel etkiyi ifade eden  $\alpha_{it}$ ,  $i$  yatay kesiti ve  $t$  zaman dönemine özgü birimsel etkileri içerisinde barındırmaktadır.  $\beta_{it}$  parametresi  $i$ . birim için  $t$ . zamanındaki  $x_{it}$ 'nin kısmi

---

<sup>146</sup> Manuel Arellano, *Panel Data Econometrics: Advanced Texts in Econometrics*, New York, Oxford University Press, 2004, s.7.

etkisini ve  $u_{it}$  ise  $F$  dağılımıyla bağımsız ve özdeş olarak dağılan rassal değişkeni ifade etmektedir.<sup>147</sup>

Panel veri modellerinde, katsayılar farklı birimler için farklı zaman dönemlerinde farklı değerler almaktadır. Dolayısıyla, bu durumda tahmin edilen parametre sayısı, kullanılan gözlem sayısından fazla olmakta, yani model tahmin edilememektedir. Karşılaşılan bu problem yüzünden panel veri ile yapılan çalışmalarda, hata terimlerinin özellikleri ve katsayıların değişebilirliği dikkate alınarak farklı varsayımlarla farklı modeller elde edilebilmektedir. Kurulan bu modeller iki farklı grup altında incelenmektedir. Verilerde meydana gelen farklılıklar tahmin edilecek modelin katsayılarında önemli bir değişime yol açmadığında sabit katsayılı modeller altında; fakat birimler veya zamana göre meydana gelen farklılıklar model katsayılarını önemli bir boyutta etkilediğinde ise değişken katsayılı modeller altında incelenmektedir.

En temel statik panel veri modeli olarak bilinen havuzlanmış (*pooled*) veri modeli, bütün birimlere ait verilerin bir havuzda toplandığı ve açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerinin analiz edildiği modeldir. Havuzlanmış veri modelleri birim heterojenliğine izin vermemektedir. Modelde yer alan hata terimlerinin birimlere veya birimler ve zamana göre farklılıkları barındırmadığı varsayılmaktadır.

Havuzlanmış veri modellerinde sabit parametre ve açıklayıcı değişkenlere ait parametreler birimlere veya birimler ve zaman göre farklılık göstermemektedir. Söz konusu modelde, ortak sabit tahmincisi her bir yatay kesit birimi için aynı sabiti tahmin ederek  $\alpha$ 'nın yatay kesit birimleri için aynı olduğunu varsaymaktadır. Bu modellere *sabit katsayılar modeli* adı da verilmektedir. Havuzlanmış veri modeli aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + u_{it} \quad (2.50)$$

Burada tüm  $i$  ve  $t$ 'ler için  $\beta_{kit} = \beta$  ve  $\alpha_i = \alpha$  olarak ifade edilmektedir. Hata teriminin sıfır ortalama ve sabit varyanslı olduğu ve bunun yanında birim ve zaman boyunca  $x_{it}$  ile ilişkisiz olduğu varsayıldığında çoklu regresyon modelleri ile aynı

---

<sup>147</sup> Marno Verbeek, *A Guide to Modern Econometrics*, 2b., England, John Wiley & Sons, Ltd., 2004, s. 342.

özelliklere sahip olmaktadır.<sup>148</sup> EKK tahmin yöntemi kullanılarak parametre tahmincileri elde edilebilmektedir. Dolayısıyla bu modele *havuzlanmış en küçük kareler modeli* adı da verilebilmektedir. (2.49)'da ifade edilen modelde, her bir yatay kesit birimine ait spesifik etkileri yansıtan kukla değişkenler dâhil edilmeden bütün birimlerin verileri bir havuzda toplanmakta ve açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkileri analiz edilmektedir.<sup>149</sup>

Panel veri modellerinde, parametrelerin birim ve/veya zamana göre aldıkları değerler açısından farklı model spesifikasyonları mevcuttur. Bunlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:<sup>150</sup>

1. Eğim katsayılarının sabit ve kesme teriminin birimlere göre değişen modeller,

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K x'_{kit} \beta_k + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots N \quad t = 1, 2, \dots T \quad (2.51)$$

2. Eğim katsayılarının sabit, kesme teriminin birimlere ve zaman dönemlerine göre değişen modeller,

$$y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^K x'_{kit} \beta_k + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots N \quad t = 1, 2, \dots T \quad (2.52)$$

3. Eğim katsayıları ve sabit terimin birimlere göre değişen modeller,

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K x'_{kit} \beta_{ki} + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots N \quad t = 1, 2, \dots T \quad (2.53)$$

4. Eğim katsayıları ve sabit terimin hem birimlere hem de zaman dönemlerine göre değişen modeller,

$$y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^K x'_{kit} \beta_{kit} + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots N \quad t = 1, 2, \dots T \quad (2.54)$$

Yukarıdaki durumların her birinde modeller, katsayıların sabit ya da rassal olup olmadığına bağlı olarak farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. Birimlere veya birimlere ve zamana göre verilerde meydana gelen farklılıkların modele dâhil edilme şekline göre farklı modellerden söz edilebilmektedir. Bu modeller, “Sabit Etkiler Modeli”

<sup>148</sup> Jack Johnston ve John Dinardo, *Econometric Methods*, 4b., New York, McGraw-Hill, 1997, s. 390.

<sup>149</sup> Ebru Yalçın, “İktisadi Büyüme ve Dış Krediler: Ampirik Bir Çalışma”, T.C. Merkez Bankası Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Ankara, 2005, s.44.

<sup>150</sup> Hsiao, a.g.e., s.11-12.

ve ‘‘Rassal Etkiler Modeli’’ olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Her iki model türünde de hata terimlerinin tüm zaman dönemlerinde ve tüm birimler için bağımsız ve  $N(0, \sigma_u^2)$  şeklinde dağıldığı varsayılmaktadır.

### 2.2.3.1.1. Sabit etkiler modeli

Birimler veya birimler ve zaman içinde meydana gelen farklılıklardan kaynaklanan değişmeyi modele dâhil etmenin yolu, bu değişimin regresyon modelinin katsayılarının bazılarında ya da tümünde değişmeye yol açtığını varsaymaktır. Katsayıların birimler boyunca veya birim ve zaman içinde değiştiği doğrusal regresyon modeline *sabit etkiler modeli* adı verilmektedir<sup>151</sup> ve birimler üzerindeki davranış farklılıkları sabit terimdeki farklılıklarla ortaya konulmaktadır.

Sabit etkiler modelinde eğim katsayıları birimler ve zaman dönemleri boyunca değişmezken, sabit katsayının birimlere göre değiştiği varsayılmaktadır. Kısacası, gözlemlenemeyen birim etkinin sabit parametre olduğu kabul edilerek tahminler yapılmaktadır. Eğer ele alınan örneklem verisi rassal olamayan  $N$  tane OECD ülkesi ya da  $N$  tane Avrupa Birliği ülkesi gibi belirli ülke gruplarını içeriyorsa, sabit etkiler modelinin uygun bir model olduğu vurgulanmaktadır.<sup>152</sup>

Sabit etkilerin birimden birime değiştiği fakat zaman boyunca değişmediği varsayıldığı gibi; birimden birime değişmezken zaman içinde değişme gösterdiği de varsayılabilmektedir. Bu iki durumda tek yönlü bir model söz konusu iken sabit etkilerin hem birimler hem de zaman dönemleri boyunca değiştiği varsayıldığı durumda ise iki yönlü model ortaya çıkmaktadır. Sabit etkiler modeli aşağıdaki biçimde gösterilmektedir:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + u_{it} \quad (2.55)$$

Burada  $x_{it}$ 'nin  $u_{it}$ 'den bağımsız olduğu ve  $u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$  olduğu varsayılmaktadır. Modeldeki eğim katsayısının birim ve zaman boyunca sabit olduğu kabul edilirken; sabit terimin,  $\alpha_i$ , zaman boyunca değişmez fakat birimler boyunca

---

<sup>151</sup> Verbeek, a.g.e., s. 345.

<sup>152</sup> Baltagi, a.g.e., s. 12.

farklılaştığı kabul edilmektedir. Ayrıca gözlemlenemeyen birim etkilerin modelde yer alan açıklayıcı değişkenler ile ilişkili olduğu belirtilmektedir.<sup>153</sup>

Diğer regresyon modellerinde olduğu gibi, sabit etkiler modelinde de asıl ilgilenilen parametre açıklayıcı değişkenlerdeki değişmelerin marjinal etkisini veren eğim parametresidir. Fakat bu modellerde, sabit terimler birim sayısı arttıkça sayıları arttığı için sorunlu parametreleri oluşturmakta ve asıl ilgilenilen parametre olan eğim parametrelerinin tahminini engellemektedir.<sup>154</sup> Sorunlu parametrelerin varlığına rağmen eğim parametrelerinin tutarlı tahminlerini elde edebilmek için birçok farklı tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

#### **2.2.3.1.2. Rassal etkiler modeli**

Panel veri analizlerinde birimler veya birimler ve zaman boyunca ortaya çıkan farklılıklardan kaynaklanan değişimlerin hata teriminin bir bileşeni olarak dâhil edildiği modele *rassal etkiler modeli* adı verilmektedir. Bu modelde, birimler arası farklılıklar  $u_{it}$  gibi rassal değişken tarafından incelenmekte ve sadece eğim parametreleri tahmin edilmektedir.<sup>155</sup> Örneklemedeki birimlerin rassal olarak seçildiği öne sürüldüğünden dolayı birimsel farklılıklar sabit yerine rassal olarak kontrol edilmektedir.<sup>156</sup> Birim etkinin rassal olduğu varsayıldığında, sabit etkiler modelinde karşılaşılan tahmin edilen parametre sayısının fazla olması ve serbestlik derecesi kaybı sorunları önlenmiş olacaktır.<sup>157</sup>

Rassal etkiler modeli, sadece örneklemedeki birimler ve zaman boyunca meydana gelen farklılıkların etkilerini değil aynı zamanda örnek dışındaki etkileri de dikkate almaktadır.<sup>158</sup> Modelde yer alan heterojenlik durumu, sabit etkiler modelindeki gibi dışsal

---

<sup>153</sup> Jeffrey M. Wooldridge, *Econometric Analysis Of Cross Section And Panel Data*, 2 b., London, MIT Press, 2010, s. 286.

<sup>154</sup> A. Colin Cameron ve Pravin K. Trivedi, *Microeconometrics Methods And Applications*, 8b., New York, Cambridge University Press, 2009b, s. 704.

<sup>155</sup> Stephen Nickell, "Biases in Dynamic Models With Fixed Effects", *Econometrica*, 49, 6, 1981, s.1417.

<sup>156</sup> R.Carter Hill, William E. Griffiths, Guay C. Lim, *Principles of Econometrics*, 4.b, United States of America, John Wiley & Sons, Inc, 2011, s. 551.

<sup>157</sup> Baltagi, a.g.e., s. 14.

<sup>158</sup> William H. Greene, *Econometric Analysis*, 6 b., United States of America, Pearson Prentice Hall, 2007, s.293.



değişkenlerin beklenen değerleriyle değil dışsal değişkenlerin varyansları aracılığıyla modele dâhil edilmektedir.

(2.55)'te verilen sabit etkiler modelinde zaman boyunca değişmeyen birim etkiyi ifade eden  $\alpha_i$  sabit terimi, rassal etkiler modelinde rassal değişken olarak ele alınmakta ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\alpha_i = \mu + \varepsilon_i \quad (2.56)$$

Burada  $\mu$  anakütle ortalamasını gösteren sabit kısmı oluşturmaktadır.  $\varepsilon_i$  ise birimler arasında meydana gelen farklılıkları yani  $\varepsilon_i \sim (0, \sigma_\varepsilon^2)$  özelliğine sahip gözlemlenemeyen rassal hataları ifade etmektedir.<sup>159</sup> Verilen bilgiler doğrultusunda rassal etkiler modeli aşağıdaki şekilde yazılabilmektedir:

$$y_{it} = (\mu + \varepsilon_i) + x'_{it}\beta + u_{it} \quad (2.57)$$

Modelde yer alan birim etkinin birimler boyunca rassal dağıldığı,  $\alpha_i \sim (0, \sigma_\alpha^2)$ , bunun yanı sıra  $\alpha_i$  ve  $u_{it}$ 'nin hem birbirinden hem de bütün  $j$  ve  $s$  için  $x_{js}$ 'nin bağımsız olduğu varsayılmaktadır<sup>160</sup>. Rassal etkiler modelinin hata terimi iki bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden ilki zamanla değişmeyen birime özgü hatayı, ikincisi ise modeldeki genel hata terimini ifade etmekte ve  $\mathcal{V}_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$  ile gösterilmektedir.<sup>161</sup> Model aşağıdaki gibi yeniden yazıldığında,

$$y_{it} = \mu + x'_{it}\beta + \mathcal{V}_{it} \quad (2.58)$$

elde edilir. Hata teriminin iki bileşenden oluşmasından dolayı bu modele *hata bileşenler modeli* de denilmektedir<sup>162</sup>. Rassal etkiler modelinde genellikle farklı birimler için birime özgü hataların sabit varyansa, bütün  $i$ 'ler için  $\varepsilon_i = \sigma_\varepsilon^2$ , sahip iken bu hataların kovaryanslarının ise birimler arasında sıfır,  $cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \forall i \neq j$ , olduğu

---

<sup>159</sup> Wooldridge, 2016, a.g.e., s.551.

<sup>160</sup> Verbeek, a.g.e., s.348.

<sup>161</sup> Hill – Griffiths – Lim, a.g.e., 552.

<sup>162</sup> Cameron ve Trivedi, 2009b, a.g.e. s.734.

varsayılmaktadır. Buna ek olarak, hata teriminin birim bileşeni herhangi bir açıklayıcı değişken ile ilişkili olmadığı varsayılmaktadır, yani  $cov(\varepsilon_i, x_{it}) = 0$ 'dir.<sup>163</sup>

### 2.2.3.2. Sabit ve Rassal Etkiler Modellerine Ait Tahmin Yöntemleri

Açıklayıcı değişkenler ile birim etkilerin korelasyonlu olup olmadıklarına göre ayrılan sabit ve rassal etkiler modellerine ait parametrelerin tahmin edilebilmesi için farklı tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler sabit ve rassal etkili tahmin yöntemleri başlıkları altında incelenecektir.

#### 2.2.3.2.1. Sabit etkiler tahmin yöntemleri

Sabit etkiler modeline ait parametrelerin tahmin edilebilmesi için en küçük kareler kukla değişken tahmin yöntemi, grup içi tahmin yöntemi ve ilk farklar tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

- **En küçük kareler kukla değişken (EKKKD) tahmin yöntemi:** Sabit etkiler modelinde eğim parametresine ilişkin sabit etkiler tahmincisini elde etmek için başvurulan yöntemlerden ilkinde, her birimin sabit terimi için ayrı bir kukla değişken kullanılarak model tahmin edilmektedir. Kukla değişkenli sabit etkiler modeli,

$$y_{it} = \alpha_1 D_{1t} + \alpha_2 D_{2t} + \dots + \alpha_N D_{Nt} + \sum_{k=2}^K x'_{kit} \beta_k + u_{it} \quad (2.59)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.  $D_{it}$  kukla değişkeni  $i$ . birim için 1 değerini alırken, diğer durumlarda 0 değerini alacaktır. Bu nedenle elde edilen denklem genellikle *kukla değişkenli en küçük kareler modeli* olarak adlandırılmaktadır. Modelde yer alan açıklayıcı değişken ve hata terimi ile ilgili varsayımlar şöyledir:

- Hata terimleri  $u_{it}$ 'ler bağımsız, sıfır ortalamalı ve sabit varyanslıdır. Yani  $(u_{it} \sim i. i. d(0, \sigma^2))$ 'dir.
- Açıklayıcı değişkenler hata terimlerinden bağımsızdır ve stokastik olmayan değişkenlerdir.

---

<sup>163</sup> Orley Ashenfelter, Phillip B. Levine, David J. Zimmerman, *Statistics and Econometrics: Methods and Applications*, Australia, John Wiley & Sons, 2002, s.271.

Bu varsayımların geçerli olduğu durumda,  $N$  küçük ise parametreler EKK yöntemiyle tahmin edilebilmektedir. Fakat çok sayıda birimin söz konusu olduğu panel veri setlerinde bu yöntemin uygulanması oldukça zordur.<sup>164</sup>  $T$  küçük,  $N$  büyük olduğu durumda sabit terimlerin EKK tahmincisi tutarsız olurken, eğim katsayılarının EKK tahmincileri tutarlı olacaktır. Modelde her bir birimi temsil eden  $N$  tane kukla değişken ile  $K - 1$  tane eğim parametresi tahmin edileceğinden dolayı, tahmin edilecek parametre sayısı  $N + K - 1$ 'dir. Bu durum serbestlik derecesi kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle, modelin tahmini için alternatif bir yöntem kullanılmaktadır.<sup>165</sup>

- **Grup içi tahmin yöntemi:** Çok sayıda birimin var olduğu panel veri setlerinde, sabit etkiler modelini tahmin etmek için kullanılan yöntem, sabit etkiler yöntemi olarak da adlandırılan grup içi tahmin yöntemidir.<sup>166</sup> Bu yöntemde her bir birime karşılık gelen zaman periyodu gözlemlerine yapılan dönüşümlerle sabit etkiler tahmincisi elde edilmektedir.

Grup içi tahmin yöntemi aracılığıyla sabit etkiler tahmincisini elde etmek için, tek açıklayıcı değişkene sahip panel veri modeli aşağıdaki gibi verilsin:

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}\beta + u_{it} \quad (2.60)$$

(2.60)' da verilen modelin öncelikle her bir birim için zaman boyunca değişmediği varsayımı altında ortalamaları alınarak elde edilen yeni model,

$$\bar{y}_i = \alpha_i + \bar{x}_i\beta + \bar{u}_i \quad (2.61)$$

şeklinindedir. Burada  $\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it}$ ;  $\bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it}$ ;  $\bar{\alpha}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \alpha_i$  ve  $\bar{u}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T u_{it}$ 'yi göstermektedir. (2.60)' da verilen eşitlikten zaman boyunca ortalaması alınan (2.61)'daki eşitliğin çıkarılması halinde aşağıda verilen dönüştürülmüş model,

$$(y_{it} - \bar{y}_i) = (\alpha_i - \bar{\alpha}_i) + \beta(x_{it} - \bar{x}_i) + (u_{it} - \bar{u}_i)$$

$$\tilde{y}_{it} = \tilde{x}_{it}\beta + \tilde{u}_{it} \quad (2.62)$$

<sup>164</sup> Greene, a.g.e., s.287.

<sup>165</sup> Güriş, a.g.e., s.15.

<sup>166</sup> Hill - Griffiths - Lim, a.g.e, s.547.

oluşturulmaktadır. Her bir birimin ortalamasından sapması şeklinde dönüştürülen yeni veri setine EKK tahmin yöntemi uygulanarak  $\alpha_i$  birim etkisi azaltılmış tutarlı sabit etkiler tahmincisi elde edilmektedir.

Grup içi tahmin yöntemiyle elde edilen sabit etkiler tahmincisi ile EKKKD tahmin yöntemiyle elde edilen tahmincinin aynı olduğu belirtilmektedir.<sup>167</sup> Sabit etkiler modelinin ortalamalardan sapmalar cinsinden yazılması, katsayı tahminlerinin sadece birimler için bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerdeki değişime bağlı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.<sup>168</sup> Bu nedenle, farklı birim değerlerindeki değişimin tahmin edilecek katsayılar üzerinde etkili olmadığı dikkat çekmektedir.

- **İlk farklar tahmin yöntemi:** Sabit etkiler modeline ait tahmincinin elde edilmesinde başvurulan son yöntem ise ilk farklar tahmin yöntemidir. Bu tahmin yönteminde, kısa panel verilerinde bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenin birimlere ait belirli bir dönemdeki değişimleri arasındaki ilişki ölçülmektedir.<sup>169</sup>

İlk farklar tahmin yönteminin uygulanabilmesi için aynı birimin iki farklı zaman dönemi verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Yöntem adından da anlaşılacağı gibi, modelin bir önceki döneme göre farklarının alınmasını gerektirmektedir. (2.55)'te gösterilen sabit etkiler modelinin bir önceki zaman dönemine ait regresyon model tahmini aşağıdaki gibi verilsin:

$$y_{it-1} = \alpha_i + x'_{it-1}\beta + u_{it-1} \quad (2.63)$$

Sabit terimin zaman boyunca değişmeyip sadece birimler arasında değiştiği varsayıldığından dolayı hem cari dönem hem de bir önceki dönem verisine ait sabit etkiler modelinde sabit terimler aynıdır. (2.55)'te verilen eşitlikten (2.63)'de verilen eşitliğin çıkarılması halinde aşağıdaki regresyon modeli elde edilmektedir.

$$\Delta y_{it} = \beta \Delta x'_{it} + \Delta u_{it} \quad (2.64)$$

---

<sup>167</sup> Wooldridge, 2010, a.g.e., s.410.

<sup>168</sup> Hill - Griffiths - Lim, a.g.e., s.548.

<sup>169</sup> Cameron ve Trivedi, 2009b, a.g.e., s.704.

Burada  $\Delta y_{it} = (y_{it} - y_{it-1})$ ;  $\Delta x'_{it} = (x_{it} - x_{it-1})'$  ve  $\Delta u_{it} = (u_{it} - u_{it-1})'$  yi göstermektedir. Birimlerin karakteristikleri zaman boyunca sabit olduğu için ilk farklar yöntemiyle gözlemlenemeyen heterojenlik sorununa çözüm bulmaktadır. Aynı zamanda fark alma işlemi, zamanla değişmeyen bu değişkenlerin gözlenip gözlenmediğine bakmaksızın modelden arındırmaktadır. Dolayısıyla, model varsayımları geçerli olduğu zaman geride kalan eğim katsayıları ihmal edilen değişken yanlılığıyla karşı karşıya kalmayacaktır.<sup>170</sup>

$u_{it}$  bağımsız ve özdeş dağılıma sahip olmasının yanında otokorelasyonsuz olması halinde sabit etkiler tahmincisi etkin tahminci olacaktır.  $T = 2$  olduğu durumda ilk farklar ve grup içi tahmincisi aynı sonuçları verirken;  $T \geq 3$  olduğu durumlarda ise iki tahmincinin verdiği sonuçlar değişmektedir.<sup>171</sup>

#### 2.2.3.2.2. *Rassal etkili tahmin yöntemleri*

Rassal etkiler modelinin tutarlı tahmincilerini elde edebilmek için farklı tahmin yöntemlerine başvurulmaktadır. Başvurulan yöntemlerden ilki genelleştirilmiş en küçük kareler (GEKK) yöntemi, diğeri ise en çok olabilirlik yöntemidir.

- **Genelleştirilmiş en küçük kareler (GEKK) tahmin yöntemi:** (2.58)'de verilen rassal etkiler modelinde hata teriminin beklenen değeri sıfır ve varyansı sabittir,  $\sigma_v^2 = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2$ . Her bir yatay kesit birimi için hata terimleri birbirleriyle korelasyonludur,  $\rho = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2)}$ . Bu varsayımlar altında EKK tahmincileri sapmasız ve tutarlı olmalarına rağmen minimum varyanslı değillerdir.<sup>172</sup>

Rassal etkiler modelinde minimum varyanslı tahminciyi elde edebilmek için GEKK tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Bu tahmin yönteminin uygulanabilmesi için iki bileşenden oluşan hata terimine ait varyans-kovaryans matrisinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Hata teriminin varyans-kovaryans matrisi,

<sup>170</sup> Ashenfelter – Levine - Zimmerman, a.g.e.,s.264.

<sup>171</sup> Wooldridge, 2010, a.g.e., s.467.

<sup>172</sup> Hill – Griffiths – Lim, a.g.e., 555.

$$\Omega = \begin{bmatrix} \Sigma & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \Sigma & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \Sigma \end{bmatrix} = I_n \otimes \Sigma \quad (2.65)$$

şeklindedir. Hata bileşenler modelinde varyans-kovaryans matrisinin tersini alıp tahmincileri bulmak yerine önce orijinal verilerde dönüşüm yapılır.

$$\Omega^{-1/2} = [I_n \otimes \Sigma]^{-1/2} \quad (2.66)$$

$$\Sigma^{-1/2} = \frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} \left[ I - \frac{\theta}{T} i_T i_T' \right] \quad (2.67)$$

Rassal etkiler modelinde dönüşüm yapabilmek için,

$$\theta = 1 - \frac{\sigma_\varepsilon}{\sqrt{\sigma_\varepsilon^2 + T\sigma_u^2}} \quad (2.68)$$

ifadesinden faydalanılır. Bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin dönüştürülmüş değerleri,

$$y^* = y_{it} - \theta \bar{y}_i \text{ ve } x_k^* = x_{kit} - \theta \bar{x}_{ki} \quad (2.69)$$

şeklindedir. Daha sonra da dönüştürülmüş verilere EKK tahmin yöntemi uygulanarak modelin GEKK tahmincileri elde edilebilmektedir.  $\theta = 0$  olduğu durumda GEKK tahmincileri EKK tahmincilerine;  $\theta = 1$  durumunda ise GEKK tahmincileri kukla değişkenli EKK tahmincilerine dönüşmektedir.  $\theta \rightarrow \infty$  olduğu durumda GEKK tahmincileri grup içi EKK tahmincisine yaklaşmaktadır.<sup>173</sup> Ayrıca  $N$  ve  $T$  sonsuza doğru giderken GEKK tahmincisi tutarlıdır ve EKK tahmincisine göre daha küçük varyansa sahiptir.<sup>174</sup>

- **En çok olabilirlik tahmin yöntemi:** Rassal etkiler modelinde  $\alpha_i$  ve  $u_{it}$  rassal ve normal dağıldığı varsayımları altında parametre tahmincileri en çok olabilirlik yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Olabilirlik fonksiyonun logaritması<sup>175</sup>,

$$\log L = -\frac{NT}{2} \log 2\pi - \frac{N(T-1)}{2} \log \sigma_u^2 - \frac{N}{2} \log(\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2) - \frac{1}{2\sigma_u^2} \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha_i - x_i \beta)' Q (y_i - \alpha_i - x_i \beta) - \frac{T}{2(\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2)} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \alpha - \beta' \bar{x}_i)^2 \quad (2.70)$$

<sup>173</sup> Greene, a.g.e., s. 295.

<sup>174</sup> Hill – Griffiths – Lim, a.g.e., s. 557.

<sup>175</sup> Hsiao, a.g.e., s.39.

formülüyle hesaplanmaktadır. Fonksiyonda yer alan  $Q$  denk güçlü transformasyon matrisidir.  $(\alpha, \beta', \sigma_\varepsilon^2, \sigma_u^2)$  parametrelerinin en çok olabilirlik tahmincileri için sırasıyla (2.71) - (2.74) arasında verilen eşitliklerin tüm parametrelere göre birinci türevlerinin alınıp eşanlı olarak çözülmesi ile elde edilmektedir.<sup>176</sup>

$$\frac{\partial \log L}{\partial \alpha} = \frac{T}{\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \alpha - \bar{x}_i' \beta) = 0 \quad (2.71)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log L}{\partial \beta} &= \frac{1}{\sigma_u^2} \left[ \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha_i - x_i \beta)' Q x_i \right. \\ &\left. - \frac{T\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \alpha - \bar{x}_i' \beta) \bar{x}_i' \right] = 0 \end{aligned} \quad (2.72)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log L}{\partial \sigma_u^2} &= -\frac{N(T-1)}{2\sigma_u^2} - \frac{N}{2(\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2)} + \frac{1}{2\sigma_u^2} \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha_i - x_i \beta)' Q (y_i - \alpha_i - x_i \beta) + \\ &\frac{T}{2(\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2)^2} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \alpha - \bar{x}_i \beta)^2 = 0 \end{aligned} \quad (2.73)$$

$$\frac{\partial \log L}{\partial \sigma_\varepsilon^2} = -\frac{NT}{2(\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2)} + \frac{T^2}{2(\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2)^2} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \alpha - \bar{x}_i \beta)^2 = 0 \quad (2.74)$$

Yukarıda yer alan eşitliklerin eşanlı olarak çözülmesi zor olduğu için bu parametreleri tahmin edebilmek için Newton-Raphson iteratif yönteminden faydalanılmaktadır. Ardışık iterasyonlarla en çok olabilirlik tahmincileri için önce (2.71) ve (2.72) eşitliklerinden,

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \hat{\alpha} \\ \hat{\beta} \end{bmatrix} &= [\sum_{i=1}^N \tilde{x}_i' V^{-1} \tilde{x}_i]^{-1} [\sum_{i=1}^N \tilde{x}_i' V^{-1} y_i] \\ &= \left\{ \sum_{i=1}^N \begin{bmatrix} e' \\ x_i' \end{bmatrix} \left[ I_T - \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + T\sigma_u^2} e e' \right] (e, x_i) \right\}^{-1} \times \left\{ \sum_{i=1}^N \begin{bmatrix} e' \\ x_i' \end{bmatrix} \left[ I_T - \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + T\sigma_u^2} e e' \right] y_i \right\} \end{aligned} \quad (2.75)$$

elde edilmektedir. (2.73)'deki eşitlik (2.74)'teki eşitlik içerisinde yazıldığında,

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{1}{N(T-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha_i - x_i \beta)' Q (y_i - \alpha_i - x_i \beta) \quad (2.76)$$

elde edilir. (2.74)'teki eşitlikten de,

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \hat{\alpha} - \bar{x}_i' \beta)^2 - \frac{1}{T} \hat{\sigma}_u^2 \quad (2.77)$$

elde edilir. Dolayısıyla, ilk önce (2.74)'in içerisine  $\sigma_\varepsilon^2 / (\sigma_u^2 + T\sigma_\varepsilon^2)$ ' nin başlangıç deneme değerini yerine koyarak  $\alpha$  ve  $\beta'$  tahmin edilir. Daha sonra da elde edilen bu

<sup>176</sup> Hsiao, a.g.e., s.39.



değerler (2.76) nolu eşitlikte yerine konularak  $\sigma_\varepsilon^2$  en çok olabilirlik tahmincileri elde edilebilir. Bu prosedür elde edilen  $\sigma_u^2$  ve  $\sigma_\varepsilon^2$ ' nin yeni değerleri kullanılarak çözüm yakınsayana kadar tahmin süresi tekrarlanmaktadır.<sup>177</sup> Rassal etkiler modelinin en çok olabilirlik ve GEKK tahmincisi asimtotik olarak birbirine eşit iken; sonlu örneklerde farklı olacaktır.<sup>178</sup>

### 2.2.3.3. Sabit Etkiler Ve Rassal Etkiler Tahmincilerinin Karşılaştırılması

Sosyal bilim araştırmalarında, üst-düzey birimler içerisinde gruplanmış veya kümelenmiş verilerle karşılaşmak oldukça yaygındır. Bu veriler modellenirken en sık karşılaşılan zorluklardan biri bağımlı değişkenin sadece açıklayıcı değişkenler tarafından açıklanabilmesinin ötesinde grup-düzey değişimlerini gösterdiğinde ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, gözlemlerin gruplanmış doğasını dikkate almadan kurulan genelleştirilmiş doğrusal model veya standart doğrusal regresyon hem bu tahminlerin doğruluğunun hem de ilgili açıklayıcı değişkenlerin etkisinin yanıltıcı tahminlerine ve zayıf uyumlu modellere neden olabilmektedir.<sup>179</sup> Bu sorunu çözmek için sabit etkiler ve rassal etkiler adı verilen iki yaklaşım tercih edilmektedir.

Hem sabit etkiler hem de rassal etkiler model tahmincileri EKK' nin varsayımlarına dayanmaktadır. Bu varsayımlar; tahmin edilen modeller doğru bir şekilde belirlenmeli, her bir açıklayıcı değişken katı bir biçimde dışsal ve doğrusal olarak bağımsız olmalı, kalıntılar bağımsız ve özdeş olarak dağılmalı şeklinde ifade edilmektedir. Bu koşullar yerine getirildiğinde sabit etkiler tahmincisi yansız ve tutarlı olacaktır. Rassal etkiler tahmincisi ise bu varsayımlara ek olarak ihmal edilen değişken yanlılığından kaçınmak için birim (grup-düzey) etkisi ve dâhil edilen açıklayıcı değişkenlerin bağımsız olmasını gerektirmektedir. Bu varsayımla karşılaşıldığında, rassal etkiler tahmincisi yansız ve tutarlı olacaktır, çünkü hem grup-içi hem gruplar-arası değişim verimli bir şekilde kullanılmıştır. Bu varsayım altında, sabit etkiler tahmincisi etkin değildir çünkü sadece grup içi değişimi kullanmaktadır. Dolayısıyla, açıklayıcı

---

<sup>177</sup> Hsiao, a.g.e., s.40.

<sup>178</sup> Cameron ve Trivadi, 2009b, a.g.e., s.736.

<sup>179</sup> Tom S. Clark, Drew A. Linzer, "Should I Use Fixed or Random Effects?", *The European Political Science Association*, 3, 2, 2015, s.399–408.

değişkenler ve birim etki arasındaki korelasyon bu iki tahmincinin hangisinin kullanılacağını ayırt etmede rol oynamaktadır. Sabit etkiler modelinde  $cov(\alpha_i, x_{tik}) \neq 0$  durumu geçerli iken; rassal etkiler modelinde  $cov(\alpha_i, x_{tik}) = 0$  durumu geçerlidir.<sup>180</sup>

Sadece birim etkilerin olduğu modeller için  $N$  ve  $T$  sonsuza doğru giderken GEKK ve grup-içi tahminciler asimtotik olarak eşdeğerdir.<sup>181</sup> Başka bir deyişle,  $T$  büyük olduğunda EKKKD tahmincisi ve GEKK tahmincisi aynı tahminci halini aldığından dolayı sabit ve rassal etkiler tahmincileri arasında herhangi bir farklılık yoktur.<sup>182</sup> Yatay kesitlerin sayısının büyük olduğu panel veri seti kullanıldığı durumda, EKKKD tahmincisi ile model tahmini serbestlik derecesini düşüreceğinden dolayı sabit etkiler tahmin yöntemi tercih edilmemektedir. Fakat  $T$  sonlu ve  $N$  büyük olduğu durumda ise, birim etkilerin sabit etkiler olarak mı yoksa rassal etkiler olarak mı ele alınıp alınmayacağını cevaplamak güçleşmektedir.<sup>183</sup> Modelde ihmal edilen değişken olmadığında veya ihmal edilen değişkenler ve açıklayıcı değişkenler korelasyonsuz olduğunda rassal etkiler modeli en uygun model olacaktır. Tahminciler elde edilirken mevcut olan tüm verinin kullanılmasıyla modelde elde edilen katsayıların tahminleri sapmasız olacaktır ve en küçük standart hataları üretecektir. Buna rağmen, modelde ihmal edilen değişkenler ile açıklayıcı değişkenler korelasyonlu olduğunda sabit etkiler modeli ihmal edilen değişken yanlılığını kontrol edebilmek için kullanılan uygun bir araç haline gelecektir.

Sabit etkiler ya da rassal etkiler modelleri arasındaki en temel fark, zamanla değişmeyen birim etkinin modeldeki açıklayıcı değişkenler ile korelasyonlu olup olmadığıdır. Bu durum parametre tahminlerinde önemli bir fark yaratabilmektedir. Hausman (1978) tarafından önerilen spesifikasyon testi, sabit ve rassal etkiler tahmincileri arasındaki farklılığa dayanmaktadır.<sup>184</sup> Bu test birim etkisi ile açıklayıcı değişkenlerin korelasyonsuz olduğuna dayanan sıfır hipotezi altında, EKKKD tahmin yöntemiyle elde edilen EKK tahmincileri ve GEKK tahmincileri tutarlıdır fakat EKK

---

<sup>180</sup>Wooldridge, 2010, a.g.e., s.444.

<sup>181</sup>László Mátyás, Patrick Sevestre , *The Econometrics of Panel Data: A Handbook of the Theory with Applications*, 2.b., The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1996, s.59

<sup>182</sup> Hsiao, a.g.e., s.41.

<sup>183</sup> Hsiao, a.g.e., s.41.

<sup>184</sup> Baltagi, a.g.e., s.19.

tahmincileri etkin değildir.<sup>185</sup> Başka bir deyişle hem rassal hem de sabit etkiler tahmincileri tutarlı iken, sabit etkiler tahmincileri etkinlik özelliğini yitirmektedir. Alternatif hipotez altında ise, EKK tahmincileri tutarlı iken GEKK tahmincileri tutarsız hale gelmektedir.<sup>186</sup> Diğer bir deyişle, sabit etkiler tahmincisi tutarlı ve etkin iken rassal etkiler tahmincisi tutarlı tahminci olma özelliğini kaybetmektedir. Kısacası, Hausman testi  $\alpha_i$ 'nin koşullu ortalamasını  $x_{it}$ 'nin bağımsız olarak,  $E(\alpha_i, x_{it}) = 0$ , dikkate alınıp alınmayacağı üzerine kurulmaktadır. Böylece, bağımsız  $\alpha_i$ 'lerin sıfır hipotezinin testi iki tahminci arasındaki farka,  $\hat{q} = \hat{\beta}_{SE} - \hat{\beta}_{RE}$ , dayanmaktadır.<sup>187</sup> Hausman test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$H = (\hat{\beta}_{SE} - \hat{\beta}_{RE})' \hat{\Sigma}^{-1} (\hat{\beta}_{SE} - \hat{\beta}_{RE}) \quad (2.78)$$

Burada  $\hat{\beta}_{SE}$  sabit etkiler tahmincisini,  $\hat{\beta}_{RE}$  rassal etkiler tahmincisini,  $\hat{\Sigma} = \text{var}(\hat{\beta}_{SE}) - \text{var}(\hat{\beta}_{RE})$  ise iki tahminci arasındaki fark vektörünün varyans-kovaryans matrisidir. Hausman test istatistiği, sıfır hipotezi altında  $k$  serbestlik derecesine dayanan  $\chi_k^2$  dağılımına sahiptir. Burada  $k$  açıklayıcı değişken sayısını ifade etmektedir.

#### 2.2.3.4. Dinamik Panel Veri Modelleri

Belirli bir dönemde meydana gelen iktisadi davranış veya olaylar, büyük ölçüde geçmiş dönemlerdeki deneyimin ya da eski davranışların etkisi altında kalabilmektedir. Ele alınan değişkenler arasındaki ilişkiler incelenirken değişkenlere ait geçmiş değerlerin modelin sağ tarafında açıklayıcı değişken olarak yer alması büyük önem taşımaktadır. Panel veri modelleri açıklanırken bağımlı değişkeni etkileyen faktörler arasında açıklayıcı değişkenler ve onların geçmiş değerlerinin yanı sıra bağımlı değişkenlerin geçmiş değerlerinin dikkate alındığı yapıya *dinamik panel veri modelleri* adı verilmektedir. Dinamik panel veri modelleri iki grup altında incelenebilmektedir. Bunlardan ilki bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin açıklayıcı değişken olarak yer

<sup>185</sup> Greene, a.g.e., 301.

<sup>186</sup> Greene, a.g.e., 301.

<sup>187</sup> J.A. Hausman, "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica*, 46, 6, 1978, s.1263.

aldığı otoregresif panel veri modelleri, ikincisi ise açıklayıcı değişkenin gecikmeli değerlerinin yer aldığı dağıtılmış gecikmeli panel veri modelleridir.<sup>188</sup>

Parametrelerin birim ve zaman dönemine göre sabit olduğu, yani bütün gözlemlerin homojen olduğunun varsayıldığı modellere *homojen dinamik panel veri modeli* adı verilmektedir. Bir gecikmeli homojen dinamik panel veri modeli,<sup>189</sup>

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + \beta x'_{it} + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.79)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada  $y_{it}$  bağımlı değişken vektörünü,  $x'_{it}$  açıklayıcı değişkenler matrisini,  $y_{i,t-1}$  gecikmeli bağımlı değişken vektörünü ve  $u_{it}$  hata teriminin vektörünü göstermektedir. Dinamik veri modelleri kullanıldığında iki önemli durum dikkat çekmektedir. İlki,  $T$  sonlu olduğu sürece  $|\delta| < 1$  durağanlık varsayımı gerekli değildir. İkincisi ise,  $y_{i0}$  başlangıç gözlemlerinin üretme sürecinin belirlenmesi gerekmektedir.<sup>190</sup>

Homojen dinamik panel veri modellerinde katsayı tahminlerini elde edebilmek için EKK tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Fakat tahmin edilen modelde gecikmeli bağımlı değişken ile hata terimleri arasında korelasyon olması durumunda içsellik sorunuyla karşılaşılmaktadır. Bu durum sonucunda yanlış tahminler elde edilmektedir. İçsellik probleminin ortadan kaldırılması için araç değişken yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem aracılığıyla hata terimi ile korelasyonlu olan gecikmeli bağımlı değişken yerine uygun bir araç değişken seçimi yapılarak model tahmin edilmektedir. Seçilen araç değişkenin hata terimiyle korelasyonsuz fakat gecikmeli bağımlı değişken ile yüksek derecede korelasyonlu olması gerekmektedir. Homojen dinamik panel veri modellerinde birim ve/veya zaman dönemi etkilerinin modele dâhil edilmemesi yanlış tahminlerin elde edilmesine neden olabilmektedir.

Dinamik panel veri modellerinde birim etkilerin sabit ve rassal etkiler modeli çerçevesinde ele alınması farklı bir biçimde işlemektedir. Statik panel veri modellerinde parametre tahmini yapılırken birim etkinin sabit mi yoksa rassal mı olarak ele alındığı

---

<sup>188</sup> Ferda Yerdelen Tatoğlu, *İleri Panel Veri Analizi Stata Uygulamalı*, İstanbul, Beta Basım ve Yayım A.Ş., 2012, s. 66.

<sup>189</sup> Güriş, a.g.e., s. 81-82.

<sup>190</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.120.

önemliyen; dinamik panel veri modellerinde geçmiş zaman dilimlerinde veriyi üreten mekanizmanın nasıl işlediği de önem arz etmektedir. Dinamik panel veri modellerinin farklı tahmincilerinin küçük örnek özellikleri hakkında analitik bulgular geçerli değilken örneklem büyüklüğünün sonsuza doğru gittiği varsayılan Monte-Carlo simülasyon çalışmaları sonucunda asimtotik özellikleri bakımından uygun bulgulara ulaşılabilir.<sup>191</sup>

Statik panel veri modellerinde açıklayıcı değişkenlerin tümü dışsal olduğunda, kovaryans tahmincisi sabit etkiler varsayımı altında en iyi doğrusal yansız tahminciyi ve rassal etkiler varsayımı altında sapmasız ve tutarlı tahminciyi oluşturmaktadır. Bununla birlikte modele dâhil edilen açıklayıcı değişkenlerle korelasyonlu olan birim etkilerin ihmal edildiği durumda kovaryans tahmincisi, bu etkilerin farkları alındığından meydana gelen ilgili birim etkinin ihmalinden kaynaklı yanlılığa izin vermemektedir. Açıklayıcı değişkenler ile birim etkilerin bağımsızlığı varsayımı altında rassal etkiler modeli için ise, GEKK tahmincisi yanlı olacaktır. Ayrıca statik modellerde birim etkiler açıklayıcı değişkenler korelasyonlu olduğunda doğru biçimde formüle edilen rassal etkiler modeli sabit etkiler modeli ile aynı kovaryans tahmincisine neden olmaktadır. Dolayısıyla sabit etkiler modeli ampirik çalışmalarda büyük bir öneme sahiptir.<sup>192</sup> Fakat bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin açıklayıcı değişken olarak ele alındığı modellerde, açıklayıcı değişkenlerin katı dışsallık varsayımı artık geçerli değildir. Bu durum herhangi bir açıklayıcı değişken ile hata terimi arasındaki gözlemlenemeyen bir ilişki değişkenlerin içsel olmasına neden olduğundan dolayı yapılan tahminlere şüpheyle bakılmaktadır. Zaman periyodunun az fakat birim sayısının çok olduğu panel veri durumunda, sabit etkiler varsayımı altında en çok olabilirlik ya da kovaryans tahmincisi artık tutarlı değildir. Bunun yanında dinamik sürecin başlangıç değerleri başka bir soruna neden olmaktadır. Rassal etkiler formülasyonu ile bir modelin yorumlanması ilk gözlemin varsayımına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca en çok olabilirlik ve GEKK tahmincisinin tutarlılık özelliği bu varsayımın yanında yatay kesit birim sayısı ve zaman dönemi periyodunun sonsuza doğru gitme eğiliminde olmasına bağlıdır.<sup>193</sup> Bu sorunları

---

<sup>191</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.120.

<sup>192</sup> Hsiao, a.g.e., s.69.

<sup>193</sup> Hsia, a.g.e., s.70.

çözebilmek için dinamik panel veri yöntemleri kullanılmaktadır. Bu dinamik ilişkiler açıklayıcı değişkenler arasında bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin varlığı ile karakterize edilebilmektedir.<sup>194</sup>

Dinamik panel veri modelleri tahmin edilirken iki önemli ekonometrik problem mevcuttur. İlki, sabit etkiler ve gecikmeli bağımlı değişkenli modellerde tahmin edilen parametrelerin yanlış olmasıdır. İkincisi ise, genellikle gecikmeli bağımlı değişkenin katsayılarına uygulanan homojenlik varsayımlarının dinamiklerin yatay kesit birimleri boyunca heterojen olduğu durumda ciddi yanlışlık sorunlarına neden olabilmesidir.<sup>195</sup>

#### 2.2.3.4.1. Sabit etkili dinamik panel veri modeli

Dinamik modellerin tahmininde en çok kullanılan sabit etkili model, heterojen dinamik panel veri modelidir. Sabit etkili dinamik panel veri modeli hem birim etkileri hem de birim etki ile açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyona izin verdiği için uygulamalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Birim etkilerinin dikkate alındığı dinamik panel veri modelinin gösterimi aşağıda verilmektedir.<sup>196</sup>

$$y_{it} = \alpha_i + \delta y_{i,t-1} + \beta x'_{it} + u_{it} \quad (2.80)$$

Modelde yer alan hata terimlerinin açıklayıcı değişkenlerle korelasyonsuz, serisel olarak korelasyonlu olmayan ve sabit varyanslı durumlarını içeren  $E(u_{it}|y_{i,t-1}, x_{it}) = 0$ , bütün  $i$  ve  $t$  için  $\text{var}(u_{it}|y_{i,t-1}, x_{it}) = \sigma_u^2$ , bütün  $i \neq i'$  ve  $t \neq t'$  için  $\text{cov}(u_{it}, u_{i't'}|y_{i,t-1}, x_{it}) = 0$  koşullarını sağladığı varsayılmaktadır.<sup>197</sup> Ayrıca modeldeki başlangıç gözlemlerinin sabit olduğu ve birim etkilere bağlı olmadığı varsayıldığı durumda açıklayıcı değişkenler için katı dışsallık varsayımı geçerlidir. Yani,

<sup>194</sup> Baltagi, a.g.e., s.135.

<sup>195</sup> Diana Weinhold, "A Dynamic "Fixed Effects" Model for Heterogeneous Panel Data", *London School of Economics*, 1999, <http://personal.lse.ac.uk/weinhold/mfr499.PDF>, s.2.

<sup>196</sup> Hsiao, a.g.e., s.69.

<sup>197</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.123.

$E(y_{i0}, \alpha_i) = 0$ ’dır fakat bu varsayımın sağlanması oldukça güçtür.<sup>198</sup> Çünkü modelde yer alan açıklayıcı değişkenlerin birim etkiler ile korelasyonlu olduğu belirtilmektedir.

$y_{it}$  gözlemleri  $\alpha_i$ ’nin bir fonksiyonu olduğu için  $y_{i,t-1}$  de  $\alpha_i$ ’nin bir fonksiyonudur. Açıklayıcı değişkenler arasında gecikmeli bağımlı değişkenin varlığı ve birimler boyunca heterojenliği karakterize eden birim etkiler ile korelasyonludur.<sup>199</sup> Sabit etkiler tahmincisi için grup içi tahmin yönteminde  $\alpha_i$  birim etkiler ortadan kaldırılmaktadır.  $N$  ve  $T$  sonsuza doğru gittiğinde grup içi tahmin yöntemi ve EKKKD tahmin yöntemiyle elde edilen tahminler aynı sonucu vermektedir. Gecikmeli bağımlı değişkenin açıklayıcı değişken olarak ele alındığı dinamik veri modellerinde grup içi tahmin yöntemiyle  $y_{i,t-1}$ ’nin ilk dönem değeri yok edildiği durum ve EKKKD yöntemi ile her bir birim için kukla değişkenin modele dâhil edildiği durum göz önüne alındığında  $T$  zaman periyodu sonsuza doğru gittiğinde tutarlı tahminler elde edilebilecektir. Hata terimlerinin varsayımlarına rağmen ele alınan  $T$  zaman periyodu gözlemleri sonlu ise tahminler yanlı fakat tutarlı olacaktır. Sonlu örneklem yanlılığı  $1/T$  düzeyindedir.<sup>200</sup>

#### 2.2.3.4.2. *Rassal etkili dinamik panel veri modeli*

Rassal etkili dinamik panel veri modellerinde statik panel veri modellerinde olduğu gibi birimler boyunca meydana gelen farklılıklar hata teriminin bir bileşeni olarak ele alınmaktadır. Zamanla değişmeyen birime özgü hatanın ve modelde yer alan genel hata teriminin birleşiminden oluşan hata terimi  $\mathcal{V}_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$  halini alacaktır. Rassal etkili dinamik panel veri modelinin gösterimi,

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + \beta x'_{it} + \mathcal{V}_{it} \quad (2.81)$$

---

<sup>198</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.120.

<sup>199</sup>Baltagi, a.g.e., s.135.

<sup>200</sup> Greene, a.g.e., s.307.



şeklinde ifade edilmektedir. Burada  $\varepsilon_i \sim (0, \sigma_\varepsilon^2)$  ve  $u_{it} \sim (0, \sigma_u^2)$  bağımsız ve özdeş dağılıma sahiptir.<sup>201</sup> Rassal etkili dinamik panel veri modellerinde sabit etkili modellerin hata terimine ait varsayımlarının dışında  $E(u_{it} | y_{i,t-1}, x_{it}) = 0$  varsayımı bulunmaktadır.

Panel verilerde  $T$  zaman dönemi sabit olduğunda,  $N$  yatay kesit birimlerine ait gözlem sayısının artması modelde tahmin edilecek birim etki parametre sayısını arttırmaktadır. Dinamik panel veri modellerinde gecikmeli bağımlı değişkenden dolayı “başlangıç değeri” problemi ortaya çıkmaktadır. Her iki sorun Neyman ve Scott (1948) tarafından yapılan taslak çalışmasında “tesadüfi parametreler” sorununu içermektedir. Rassal etkiler modeli birime özgü etkilerle ilişkili tesadüfi parametre sorunu önlemesine rağmen gecikmeli bağımlı değişkenin modelde açıklayıcı değişken olarak yer alması başlangıç değerinden dolayı hala tesadüfi parametre sorununu devam ettirebilmektedir.<sup>202</sup>

Rassal etkiler modelinde açıklayıcı değişkenler ile birim etkilerin korelasyonsuz olması gerekmektedir. Gecikmeli bağımlı değişkenin açıklayıcı değişken olarak ele alındığı dinamik panel veri modellerinde, bu değişkenin hata terimleri ile korelasyonlu olması katı dışsallık varsayımı ihlal etmektedir. Bu nedenle elde edilen tahminler tutarsızdır.<sup>203</sup> Büyük örneklerde ise GEKK yöntemiyle elde edilen tahminler yukarıya doğru yanlı olacaktır.<sup>204</sup>

### 2.2.3.5. Dinamik Sabit ve Rassal Etkiler Modellerinin Tahmin Yöntemleri

Hem sabit etkiler hem de rassal etkiler durumunda hata terimlerinin diğer dönem hata terimleri ile korelasyonlu olmadığı varsayımı olsa bile gecikmeli bağımlı değişkenin hata terimiyle korelasyonlu olması yanlı, tutarsız ve etkin olmayan tahminlerin elde edilmesine neden olmaktadır.

---

<sup>201</sup> Baltagi, a.g.e., s.135.

<sup>202</sup> Cheng Hsiao, M. Hashem Pesaran, A. Kamil Tahmişcioğlu, “Maximum Likelihood Estimation of Fixed Effects Dynamic Panel Data Models Covering Short Time Periods”, *Journal of Econometrics*, 109, 1, 2002, s.107.

<sup>203</sup> Baltagi, a.g.e., s.135.

<sup>204</sup> Stephen Bond, “Dynamic Panel Data Models: A Guide to Micro Data Methods and Practice”, *Cemmap Working Papers*, CWP NO: 09/02, 2002, <http://www.cemmap.ac.uk/wps/cwp0209.pdf>, s.3.

### 2.2.3.5.1. Dinamik sabit etkili tahmin yöntemleri

Gecikmeli bağımlı değişkenin açıklayıcı değişken olarak modelde yer alması ve birim etkilerle korelasyonlu olması durumunda sabit etkiler tahmincilerini elde etmek için kullanılan tahmin yöntemleri istenilen sonuçları vermeyecektir. Bu durumda farklı tahmin yöntemleri kullanılarak tahminler elde edilmektedir. Bunlar, kukla değişkenler yöntemi, ilk farklar yöntemi, araç değişken yöntemi ve genelleştirilmiş momentler yöntemidir.

- **Kukla değişkenler yöntemi:** Birim farklılıklarının modele dâhil edilmesinde kukla değişkenlerden faydalanılmaktadır. Kukla değişkenler yönteminde her bir birim için bir kukla değişken eklenmekte fakat bu durum serbestlik derecesi kaybına neden olmaktadır.

$$y_{it} = D_N \alpha + \delta y_{i,t-1} + \beta x'_{it} + u_{it} \quad (2.82)$$

Burada  $D$  birim etkileri dikkate alan kukla değişken kümesidir. (2.82)' de verilen modelin  $\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it}$ ,  $\bar{y}_{i,-1} = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} y_{i,t-1}$ ,  $\bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it}$  ve  $\bar{u}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T u_{it}$  şeklinde birimler bazında ortalamadan farklar dönüşümü uygulanarak model tahmin edilmektedir. Yapılan dönüşümler sonucunda,<sup>205</sup>

$$y_{it} - \bar{y}_i = \delta (y_{i,t-1} - \bar{y}_{i,-1}) + \beta (x_{it} - \bar{x}_i) + (u_{it} - \bar{u}_i) \quad (2.83)$$

elde edilmektedir.

Dönüştürülmüş modelde  $\alpha_i$ 'nin ortalaması kendisine eşit olduğu için zamanla değişmeyen birim etkiler ortadan kaldırılmakta ve gecikmeli bağımlı değişken ile hata terimleri arasında göz ardı edilemeyecek bir korelasyona neden olmaktadır. Dönüştürülmüş gecikmeli bağımlı değişken  $y_{i,t-1} - \frac{1}{T-1} (y_{i1} + \dots + y_{it} + \dots + y_{i,t-1})$  iken dönüştürülmüş hata terimi  $u_{it} - \frac{1}{T-1} (u_{i2} + \dots + u_{i,t-1} + \dots + u_{it})$ ' dir.  $\frac{-y_{it}}{T-1}$  bileşeni ile  $u_{it}$  bileşeni arasındaki ve  $\frac{-u_{i,t-1}}{T-1}$  bileşeni ile  $y_{it}$  bileşeni arasındaki negatif korelasyon,  $\frac{-u_{i,t-1}}{T-1}$  ve  $\frac{-y_{i,t-1}}{T-1}$  gibi diğer bileşenler arasındaki pozitif korelasyonu bastırmaktadır. Bunun

<sup>205</sup> Stephen Nickell, "Biases in Dynamic Models with Fixed Effects", *Econometrica*, 49, 6, 1981, s. 1418-1419.

sonucunda dönüştürülmüş gecikmeli bağımlı değişken ile dönüştürülmüş hata terimi arasında negatif korelasyon görülmektedir. Örneklemdaki birim sayısı artsa dahi bu korelasyon kaybolmamakta ve tutarsız tahminler elde edilmektedir.<sup>206</sup> Başka bir deyişle, sabit etkiler varsayımları altında kukla değişken yöntemiyle elde edilen EKK tahminleri  $N$  büyük ve  $T$  küçük olduğu durumda tutarsız olmaktadır. Elde edilen sabit etkiler tahmincisinin negatif sapmalı olduğunu göstermektedir. Literatürde bu durum “Nickell sapması” ya da “dinamik panel sapması” olarak bilinmektedir.

Kiviet (1995,1999), Bun ve Kiviet (2003) ve Bruno (2005) tarafından kukla değişkenli EKK tahmincisinin dinamik panel sapması için düzeltme önerilmektedir. Monte Carlo simülasyonları ile küçük örneklerde “sapması düzeltilmiş EKK tahmincisi”nin diğer tahmincilerle göre daha tutarlı olduğu gösterilmektedir.<sup>207</sup> Buna göre model iki aşamada tahmin edilmektedir. İlk aşamada sabit parametresiz otoregresif model kukla değişkenli EKK tahmin yöntemiyle tahmin edilmektedir. İkinci aşamada ise parametreler Nickell tarafından  $O(1/T)$ , Kiviet tarafından  $O(1/NT)$  ve Bun ve Kiviet tarafından  $O(1/NT^2)$  şeklinde düzeltilerek tahmin edilmektedir. Parametreleri düzeltilmiş modelde standart hataların hesaplanabilmesi için özçıkarma varyans-kovaryans matrisinden hareket edilmektedir.<sup>208</sup>

- **İlk farklar yöntemi:** Dinamik yapıdaki sabit etkiler modelinde birinci dereceden farkların alınmasıyla model içerisindeki heterojen birim etkiler yok edilmektedir. (2.71)’deki sabit etkili dinamik panel veri modelinin birinci dereceden farkları alınmış hali aşağıdaki gibi verilmiştir.<sup>209</sup>

$$y_{it} - y_{i,t-1} = \delta(y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + \beta(x_{it} - x_{i,t-1})' + (u_{it} - u_{i,t-1})$$

$$\Delta y_{it} = \delta \Delta y_{i,t-1} + \beta \Delta x_{it}' + \Delta u_{it} \text{ ve } |\delta| < 1 \quad (2.84)$$

Burada birinci dereceden farkı alınmış gecikmeli bağımlı değişken ile hata terimi arasında korelasyon söz konusudur. Bu yöntem modelin dinamik yapısından dolayı içsellik sorununa neden olmaktadır. Birinci farkları alınan modelin EKK tahmin

<sup>206</sup> Bond, a.g.m., s.4-5.

<sup>207</sup> Celil Zurnacı, Murat Karaöz, “İkili Vize Serbestliği Anlaşmalarının Gelen Turist Sayılarına Etkisi: Türkiye Örneği”, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 32, 2015, s.29.

<sup>208</sup> Yerdelen Tatoğlu, a.g.e., s.71.

<sup>209</sup> Greene, a.g.e., s.308.

yöntemiyle elde tahmincilerinin yanlı ve tutarsız olduğu görülmektedir. Bu durumda hata terimi ile korelasyonlu gecikmeli bağımlı değişken yerine araç değişken kullanılarak sorun ortadan kaldırılabilmektedir. Anderson ve Hsiao (1982) tarafından geliştirilen araç değişken yöntemi bir sonraki başlık altında açıklanmaktadır.

- **Araç değişken yöntemi:** Ototregresif sabit etkiler modelinin EKK tahmincilerinin yarı tutarsızlığı, gecikmeli bağımlı değişken ile hata terimleri arasındaki asimtotik korelasyona bağlıdır. Bu tür bir problemle başa çıkmanın en geleneksel yolu araç değişken tahmin yönteminin kullanılmasıdır.

(2.84)'te verilen birinci dereceden farkı alınan gecikmeli bağımlı değişken  $\Delta y_{i,t-1}$  ile farkı alınan hata terimi  $\Delta u_{it}$  arasındaki korelasyondan kaynaklı içsellik sorununun çözülebilmesi için Anderson ve Hsiao (1982) tarafından geliştirilen araç değişken tahmin yöntemini kullanılmaktadır. Anderson ve Hsiao (1982)  $\Delta y_{i,t-1}$  değişkeni yerine modele alınabilecek araç değişkenler olarak  $\Delta y_{i,t-2} = (y_{i,t-2} - y_{i,t-3})$  ya da  $y_{i,t-2}$  olmak üzere iki araç değişken kullanımını önermişlerdir.<sup>210</sup> Bunlar,

$$\begin{aligned} Z_{i1} &= (\Delta y_{i,t-2}, \Delta x_{it}) \quad \text{ya da} \\ Z_{i2} &= (y_{i,t-2}, \Delta x_{it}) \end{aligned} \quad (2.85)$$

şeklindedir. Burada  $Z$  araç değişkenler vektörünü ifade etmektedir. Modelde yer alan  $x$  değişkenleri dışsal oldukları için kendilerinin araç değişkenleridir ve araç değişken vektöründe yer almaktadır. Kullanılan  $\Delta y_{i,t-2}$  ve  $y_{i,t-2}$  araç değişkenleri,  $\Delta y_{i,t-1}$  değişkeni ile yüksek dereceden korelasyonlu iken  $\Delta u_{it}$  hata terimi ile korelasyonsuzdur.<sup>211</sup> Araç değişkenli ilk farklar modelinin matris notasyonu ile gösterimi,<sup>212</sup>

$$Z' \Delta Y = \delta Z' \Delta X + Z' \Delta u \quad (2.86)$$

<sup>210</sup> Baltagi, a.g.e., s.136.

<sup>211</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.127.

<sup>212</sup> Güriş, a.g.e., s.91.

olarak ifade edilmektedir. Burada  $\Delta X = (\Delta y_{it}, \Delta x_{it})'$  dir. Araç değişkenlerin belirlenmesinin ardından EKK tahmin yöntemi uygulanarak Anderson ve Hsiao (1982) araç değişken tahmincileri,

$$\delta_{IV} = (X'Z(ZZ')^{-1}Z'\Delta X)^{-1}\Delta X'Z(ZZ')^{-1}Z'\Delta Y \quad (2.87)$$

şeklindedir.

Arellano (1989)  $\Delta y_{i,t-1}$  değişkeni yerine önerilen araç değişkenlerden  $y_{i,t-2}$ ' nin  $\Delta y_{i,t-2}$ ' ye göre daha uygun bir araç değişken olduğunu kanıtlamıştır.  $y_{i,t-2}$  gibi düzeydeki araçları kullanan tahminciler teklik içermediği ve daha küçük varyansa sahip olduğu için tavsiye edilmektedir.<sup>213</sup>  $y_{i,t-2}$  araç değişken olarak kullanıldığında minimum iki döneme ihtiyaç duyulurken;  $\Delta y_{i,t-2}$  araç değişken olarak ele alındığında minimum üç döneme ihtiyaç duyulmaktadır.

Araç değişken tahmin yöntemi, hata terimleri arasındaki otokorelasyon problemini ve tüm mevcut moment koşullarını dikkate almadığı için modeldeki parametrelerin tutarlı fakat etkin olmamasına yol açmaktadır.

- **Genelleştirilmiş momentler yöntemi:** Yukarıda da ifade edildiği gibi Anderson ve Hsiao (1982)' nin önerdiği araç değişken tahmin yönteminde olası tüm araç değişkenler dikkate alınmadığı için elde edilen tahminciler tutarlı fakat etkin değildir. Bu sorunu çözebilmek için Arellano ve Bond (1991), birinci dereceden farkı alınmış sabit etkili dinamik panel veri modellerinde hata terimlerinin otokorelasyonlu ve değişen varyanslı durumunda tüm olası gecikmeli bağımlı değişkenlerin modelde araç değişken olarak kullanılmasını önererek genelleştirilmiş momentler tahmin yöntemini (*Generalized Method of Moments – GMM*) geliştirmişlerdir.<sup>214</sup>

Arellano ve Bond (1991)' in geliştirdiği GMM tahmin yöntemi ekonometri literatüründe Hansen (1982) tarafından geliştirilen genelleştirilmiş momentler yönteminin dinamik panel veri modelleri için uygulanan halidir. Farkı alınan hata terimi ile bağımlı değişkenin gecikme düzeyleri tarafından oluşturulan moment koşulları

---

<sup>213</sup> Baltagi, a.g.e., s.136.

<sup>214</sup> Baltagi, a.g.e., s.136.

kullanılarak GMM tahmincileri elde edilmektedir. Bu tahmincilere *fark GMM tahmin yöntemi* adı da verilmektedir.<sup>215</sup>

Açıklayıcı değişken olarak sadece gecikmeli bağımlı değişkenin ele alındığı dinamik panel veri modelinin gösterimi aşağıdaki gibidir.<sup>216</sup>

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + u_{it} \quad (2.88)$$

Burada  $\alpha_i \sim (0, \sigma_\alpha^2)$  ve  $\mathcal{V}_{it} \sim (0, \sigma_\mathcal{V}^2)$  şeklinde bağımsız ve özdeş dağılımla  $u_{it} = \alpha_i + \mathcal{V}_{it}$  olarak modellenmektedir.  $T$  sabit ve  $N$  sonsuza doğru giderken  $\delta$ 'nin tutarlı tahmincisinin elde edilebilmesi için modelin birinci dereceden farkı alınarak birim etkiler modelden arındırılmaktadır.

$$y_{it} - y_{i,t-1} = \delta(y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + (\mathcal{V}_{it} - \mathcal{V}_{i,t-1}) \quad (2.89)$$

Burada  $(\mathcal{V}_{it} - \mathcal{V}_{i,t-1})$  MA(1) birim köke sahiptir.  $t = 3$  için, ilk dönemde aşağıdaki ilişki elde edilmektedir.

$$y_{i3} - y_{i2} = \delta(y_{i2} - y_{i1}) + (\mathcal{V}_{i3} - \mathcal{V}_{i2}) \quad (2.90)$$

Bu durumda,  $(y_{i2} - y_{i1})$  ile yüksek derecede korelasyonlu ve  $\mathcal{V}_{it}$  serisel olarak korelasyonsuz olduğu sürece  $(\mathcal{V}_{i3} - \mathcal{V}_{i2})$  ile korelasyonsuz olduğu için  $y_{i1}$  geçerli bir araç değişkendir.  $t = 4$  için ikinci dönemde ise,

$$y_{i4} - y_{i3} = \delta(y_{i3} - y_{i2}) + (\mathcal{V}_{i4} - \mathcal{V}_{i3}) \quad (2.91)$$

ilişkisi elde edilmektedir. Bu durumda,  $(y_{i3} - y_{i2})$  ile yüksek derecede korelasyonlu ve  $(\mathcal{V}_{i4} - \mathcal{V}_{i3})$  ile korelasyonsuz olan  $y_{i1}$  ve  $y_{i2}$  uygun araç değişkenleri modele dâhil edilmektedir. Yukarıdaki süreç  $T$  dönemine kadar her bir dönem için bir araç değişken eklenmesiyle geçerli araç değişkenlerin kümesi  $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{i,T-2})$  haline gelmektedir.

GMM tahmin yönteminde ilk aşamada birinci dereceden farkı alınan sabit etkili dinamik panel veri modeli araç değişken matrisi kullanılarak dönüştürülür. İkinci aşamada ise dönüştürülen model GMM tahmin yöntemi kullanılarak tahmin edilir. Elde

<sup>215</sup> Pablo Brañas-Garza, Teresa García-Muñoz, "Dynamic panel data: A useful technique in experiments", y.y., t.y., [http://www.ugr.es/~teoriahe/RePEc/gra/wpaper/thepapers10\\_22.pdf](http://www.ugr.es/~teoriahe/RePEc/gra/wpaper/thepapers10_22.pdf) (14.03.2016), s.4.

<sup>216</sup>Baltagi, a.g.e., s.136-137.

edilen bu tahminciye GMM tahmincisi ya da iki aşamalı araç değişken tahmincisi adı verilmektedir. GMM tahmincisinin matris notasyonu ile gösterimi<sup>217</sup>

$$\delta_{GMM} = (\Delta X'Z(Z'\hat{\Omega}Z)^{-1}Z'\Delta X)^{-1}\Delta X'Z(Z'\hat{\Omega}Z)^{-1}Z'\Delta Y \quad (2.92)$$

şeklindedir. Burada  $\hat{\Omega}$  hata terimlerinin varyans-kovaryans tahminidir. Bu matris fark denkleminde elde edilen hata terimleri yardımıyla bulunmaktadır.

GMM tahmincisi, araç değişken tahmincisi gibi yansızdır. Arellano ve Bond (1991) Monte Carlo simülasyon tekniklerini kullanarak GMM, EKK ve grup-içi tahmincilerinin performans farklılıklarını karşılaştırmış ve GMM tahmincilerinin yansız ve en küçük varyansa sahip olduğunu bulmuşlardır.<sup>218</sup> Buna rağmen, otoregresif parametreler sayısının çok fazla olduğu ya da birim etkinin varyansının hata terimi varyansından yüksek olduğu durumların yanı sıra dengesiz paneller mevcut olduğunda ya da  $T$  küçük olduğunda birinci farkları alınarak yapılan dönüşümler sonucunda elde edilen GMM tahmincisi zayıf kalmaktadır.<sup>219</sup>

Arellano ve Bover (1995) ile Blundell ve Bond (1998) bu sorunu çözebilmek için başlangıç gözleminin belirli durağanlık koşullarını yerine getirdiğinde düzeydeki modelde meydana gelen ilave moment koşullarının kullanımını dikkate alarak sistem GMM tahmin yöntemini önermişlerdir. Sistem GMM tahmincisi, düzeydeki modelin moment koşullarıyla ilk farklar modelinin moment koşullarını karşılaştırmaktadır.<sup>220</sup> Bu tahminci birinci fark modellerinde  $y_{it}$ 'nin gecikmeli düzeylerinin araç değişken olarak kullanılmasına ek olarak düzey modellerde  $y_{it}$ 'nin gecikmeli farklarının araç değişken olarak kullanılmasına izin vermektedir. Başka bir deyişle, bağımlı değişkenin gecikmeli farklarının hata terimlerinin düzeyleriyle ortogonal olduğu ilave moment koşullarını

---

<sup>217</sup> Güriş, a.g.e., s.95.

<sup>218</sup> Brañas-Garza, García-Muñoz, a.g.m., s.4.

<sup>219</sup> Manuel Arellano, Olympia Bover, "Another Look At The Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models", *Journal of Econometrics*, 68, 1995, s.40-41.

<sup>220</sup> Maurice J.G. Bund, Frank Kleibergen, "GMM Based Inference for Panel Data Models", y.y., t.y., [https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db\\_name=paneldata2010&paper\\_id=72](https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=paneldata2010&paper_id=72) (28.04.2016), s.2.



kullanılmaktadır. Bu ilave momentler bağımlı değişkenin birinci farklarıyla ilişkili olmayan panel düzey etkileri varsayımından gelmektedir.<sup>221</sup>

### 2.2.3.5.2. Dinamik rassal etkili tahmin yöntemleri

Rassal etkili dinamik panel veri modellerinde, açıklayıcı değişken olarak ele alınan gecikmeli bağımlı değişken ile birim etkiler arasında ilişki olması otokorelasyona neden olmakta ve dolayısıyla modelin tahmininde sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu durumda  $\lambda$ -sınıfı ve en çok olabilirlik tahmin yöntemleri kullanılarak model tahmin edilmektedir.

- **$\lambda$ -sınıfı tahmin yöntemi:** Klasik hata bileşenler modelinin tahmincileri  $\lambda$ -sınıfı olarak adlandırılan tahmincilerin genel bir sınıfına aittir.  $\lambda$ -sınıfı tahmincileri dönüştürülmüş model üzerinde EKK tahmincileri kullanılarak hesaplanmaktadır.<sup>222</sup>

$$(W_n + \sqrt{\lambda}\bar{B}_n)y = (W_n + \sqrt{\lambda}\bar{B}_n)y_{-1}\delta + (W_n + \sqrt{\lambda}\bar{B}_n)X\beta + (W_n + \sqrt{\lambda}\bar{B}_n)u \quad (2.93)$$

Her bir  $\lambda \in [0, \infty]$  değeri için  $\hat{\delta}(\lambda)$  ve  $\hat{\beta}(\lambda)$  tahmincileri elde edilmektedir.  $\lambda$ -sınıfı tahmincileri,  $\lambda = 0$  olduğunda parametrelerin grup içi tahmincileri,  $\lambda = 1$  olduğunda parametrelerin EKK tahmincileri,  $\lambda = \theta^2$  olduğunda parametrelerin GEKK tahmincileri ve  $\lambda = \infty$  olduğunda ise parametrelerin gruplar arası tahmincileri gibi hata bileşenler modelinin bütün klasik tahmincilerini içermektedir.

$\delta = 0$  olduğunda bütün tahminciler tutarlı iken  $\delta \neq 0$  olduğunda ise  $\lambda$ -sınıfı tahmincileri genellikle asimtotik olarak yanlıdır. Bu yanlılığın yapısı incelenirken aşağıdaki gibi ( $\beta = 0$ ) durumunu içeren temel dinamik hata bileşenler modeli dikkate alınmaktadır.

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + \alpha_i + v_{it} \quad (2.94)$$

Yukarıda özetlendiği gibi, aşağıdaki gibi bir denklem yapısı elde edilmektedir.

<sup>221</sup> David M. Drukker, “Econometric Analysis of Dynamic Panel Data Models Using STATA”, y.y., 2008, [http://www.stata.com/meeting/snasug08/drukker\\_xtdpd.pdf](http://www.stata.com/meeting/snasug08/drukker_xtdpd.pdf), s.20.

<sup>222</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.131.

$$y_{it} = \delta^t y_{i0} + \frac{1-\delta^t}{1-\delta} \alpha_i + \sum_{j=0}^{t-1} \delta^j v_{i,t-j} \quad (2.95)$$

Burada asimtotik hesaplamayı basitleştirmek için  $y_{i0}$ ' in ikinci dereceden momentleri  $E(y_{i0}^2)$  ve  $\alpha_i$  ile korelasyonluyla karakterize edilen bağımsız ve özdeş dağılıma sahip değişkenler olduğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla herhangi bir  $\lambda$ -sınıfı tahmincisinin asimtotik yanlılığı  $E(y_{i0}^2)$  ve  $E(y_{i0}\alpha_i)$ ' ye bağlıdır.

$\delta_\infty(\lambda) = \lim_{N \rightarrow \infty} \hat{\delta}(\lambda)$ ' nin hesaplanması büyük sayılar kanuna dayanmaktadır. Sonuç olarak,  $E(y_{i0}^2)$  ve  $E(y_{i0}\alpha_i)$  ne olursa olsun,  $\delta_\infty(\lambda)$  değeri  $\lambda$ 'nin artan bir fonksiyonudur. Dolayısıyla,

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \hat{\delta}(0) < \delta < \lim_{N \rightarrow \infty} \hat{\delta}(\theta^2) < \lim_{N \rightarrow \infty} \hat{\delta}(1) < \lim_{N \rightarrow \infty} \hat{\delta}(\infty) \quad (2.96)$$

durumunu oluşturmaktadır. Bu sıralamadan  $\lambda^* \in [0, \theta^2]$  için  $\lim_{N \rightarrow \infty} \hat{\delta}(\lambda^*) = \delta$  gibi bir değer var olduğu sonucu çıkarılmaktadır.<sup>223</sup>

- **En çok olabilirlik tahmin yöntemi:** Hata terimleri normal dağılıma sahip olduğunda, tahminleme probleminin doğal çözümü en çok olabilirlik ilkesidir. Bu durum ilk olarak Balestra ve Nerlove' un (1966) çalışmasında araştırılmış ve başlangıç gözlemleri sabit olduğunda koşullu olasılık fonksiyonu kullanılmıştır. Çok sayıda parametre kombinasyonları için bu tür en çok olabilirlik tahmincilerinin EKK tahmincilerine eşit ve dolayısıyla tutarlı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Olasılık fonksiyonu ilk gözlemlerin yoğunluk fonksiyonunu dikkate alındığında, yani olasılık fonksiyonu koşulsuz olduğunda, bu önemli sorun meydana gelmemektedir. Koşulsuz en çok olabilirlik tahmincilerini göstermek için aşağıdaki model dikkate alınmaktadır.<sup>224</sup>

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + \beta x_{it} + \gamma z_i + \alpha_i + v_{it} \quad (2.97)$$

Başlangıç değerlerinin aşağıdaki gibi olduğu varsayılmaktadır.

$$y_{i0} = \varphi z_i + u_{i0} \quad (2.98)$$

<sup>223</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.132.

<sup>224</sup> Mátyás ve Sevestre, a.g.e., s.136-137.

Farklı hata terimlerinin çok boyutlu normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Aşağıdaki gibi bir olasılık regresyonu  $\alpha_i$  birime özgü etkinin ayrıştırılması için uygun olmaktadır.

$$\alpha_i = \psi u_{i0} + \epsilon_i \quad (2.99)$$

(2.99)'deki eşitlikte  $\epsilon_i$  değeri  $u_{i0}$ 'nin bağımsızdır. (2.97)' da verilen modelde  $(u_{i0}, \epsilon_i, v_{i1}, \dots, v_{iT}) \sim N(0, \text{diag}(\sigma_u^2, \sigma_\epsilon^2, \sigma_v^2 l'_T))$  bağımsız ve özdeş dağılıma sahiptir ve log-olasılık fonksiyonu,

$$L_{NT}(\delta, \beta, \gamma, \psi, \varphi, \sigma_u^2, \sigma_\epsilon^2, \sigma_v^2) = -\frac{NT}{2} \ln 2\pi - \frac{N}{2} \ln \det \Omega - \frac{N}{2} \ln \sigma_u^2 - \frac{1}{2} \sum_i \underline{\tau}'_i \Omega^{-1} \underline{\tau}_i - \frac{1}{2\sigma_u^2} \sum_i u_{i0}^2 \quad (2.100)$$

olarak verilmektedir. Burada  $\underline{\tau}'_i = (y_{i1} - \delta y_{i0} - \beta x_{i1} - \gamma z_i - \varphi u_{i0}, \dots, y_{iT} - \delta y_{i,T-1} - \beta x_{iT} - \gamma z_i - \varphi u_{i0})$ ,  $u_{i0} = y_{i0} - \varphi z_i$  ve  $\Omega = \sigma_u^2 \left( I_T - \frac{J_T}{T} \right) + (\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2) \frac{J_T}{T} = \sigma_v^2 W + (\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2) \bar{B}$  ifade etmektedir. Elde edilen olasılık denklemleri aşağıdaki gibidir.

$$\frac{\partial L}{\partial \delta} = \frac{1}{\sigma_v^2} \sum_i y_{i,-1} W \underline{\tau}_i + \frac{1}{(\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} \sum_i y'_{i,-1} B \underline{\tau}_i = 0 \quad (2.101)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = \frac{1}{\sigma_v^2} \sum_i x'_i W \underline{\tau}_i + \frac{1}{(\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} \sum_i x'_i B \underline{\tau}_i = 0 \quad (2.102)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma} = \frac{1}{(\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} \sum_i z_i l'_T \underline{\tau}_i = 0 \quad (2.103)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi} = \frac{1}{(\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} \sum_i u_{i0} l'_T \underline{\tau}_i = 0 \quad (2.104)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \psi} = \frac{1}{(\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} \sum_i \varphi z_i l'_T \underline{\tau}_i + \frac{1}{\sigma_u^2} \sum_i z_i u_{i0} = 0 \quad (2.105)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \sigma_v^2} = \frac{N(T-1)}{2\sigma_v^2} + \frac{1}{2\sigma_v^4} \sum_i \underline{\tau}'_i W \underline{\tau}_i = 0 \quad (2.106)$$

$$\frac{\partial L}{\partial (\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} = \frac{N}{2(\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} + \frac{1}{2(\sigma_v^2 + T\sigma_\epsilon^2)} \sum_i \underline{\tau}'_i B \underline{\tau}_i = 0 \quad (2.107)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \sigma_u^2} = \frac{N}{2\sigma_u^2} + \frac{1}{2\sigma_u^4} \sum_i u_{i0}^2 = 0 \quad (2.108)$$

Bu denklemlerin kümesi  $\varphi$  ve  $\sigma_u^2$ 'nin en çok olabilirlik tahminleri (2.99) denklemindeki EKK tahminleri olduğunu belirtmektedir. Eğer  $\hat{u}_{i0}$  bu denklemin kalıntısı ise, diğer en çok olabilirlik tahminleri  $u_{i0}$ 'nin  $\underline{t}_i$ 'de  $\hat{u}_{i0}$  ile yer değiştirdiği (2.101), (2.102), (2.103), (2.106) ve (2.107)'nin çözümüdür. Başka bir ifadeyle, gözlemlenmeyen  $u_{i0}$ 'nin tahmin edilen değeri  $\hat{u}_{i0}$  ile yer değiştirdiği yerdeki (2.87) ve (2.98) modellerinin en çok olabilirlik tahminleri (2.98)'nin EKK tahminleri ve (2.97)'nin en çok olabilirlik tahminleri olarak ayrılmaktadır.

En çok olabilirlik tahminlerinin tutarlılığı ilk gözlem değeri için yapılan varsayımlara ve  $T$  ve  $N$ 'nin sonsuza doğru yaklaşmasına bağlı olmaktadır.



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### PANEL KANTİL VE DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELLERİ

Bu bölümde literatürde son yıllarda popülerlik kazanan panel kantil regresyon ve dinamik panel kantil regresyon modelleri hakkında detaylı bilgiler verilmektedir. İlk kısımda, panel kantil regresyon kavramı, panel kantil regresyon türleri ve panel kantil regresyon modellerine ilişkin tahminçiler açıklanmaktadır. İkinci kısımda, dinamik panel veri modelleri ile kantil regresyon modellerinin birleşiminden oluşturulan dinamik panel kantil regresyon kavramı ve tahminçileri hakkında bilgi verilmektedir. Son kısımda ise, literatürde yer alan panel kantil ve dinamik panel kantil analizine yönelik çalışmalara değinilmektedir.

#### 3.1. PANEL KANTİL REGRESYON MODELLERİ

Panel veri modelleri ve kantil regresyon modellerinin son zamanlarda teorik ve uygulamalı ekonometri alanında sıkça tercih edilen yöntemler arasında yer aldığı görülmektedir. Zaman dönemleri boyunca bireyler, firmalar, ülkeler gibi birçok gözlemden oluşan panel veriler, gözlemlenemeyen birim değişkenliğini (heterojeniteyi) kontrol ederken iktisadi ilişkilerin incelenmesine olanak sağlamaktadır. Ampirik uygulamalarda, Gaussian modeller için tasarlanan en küçük kareler tahmin yöntemleri yetersiz kaldığında alternatif regresyon yöntemlerine başvurulduğu görülmektedir. Alternatif yöntemler arasında yer alan kantil regresyon modelleri, koşullu ortalamanın kısıtlarına dayanan klasik doğrusal regresyon modellerinin aksine, olası gözlemlenemeyen değişkenliği ve heterojen eşdeğişken (*covariates*) etkilerini açıklarken veri dağılımının farklı özelliklerini analiz eden bir yöntem olarak bilinmektedir.

Hem teorik hem de ampirik literatürde büyük ilgi gören panel kantil regresyon (*Panel Quantile Regression – PQR*) modelleri, birim ve zaman boyutlarını içerisinde

barındıran panel veri analiz modelleri ile eş değişken etkilerinin bağımlı değişkenin koşullu dağılımının bütününe nasıl etkilediğini ortaya koyan kantil regresyon modellerinin birleşiminden oluşmaktadır. PQR modelleri, koşullu kantillerin aralığını belirlemeye izin vererek koşullu heterojenitenin farklı biçimlerinin ortaya çıkarılmasını ve gözlemlenemeyen birim etkilerin kontrol edilmesini sağlayan analiz yöntemidir. Kantil regresyon modeli çerçevesinde heterojen eşdeğişken etkileri incelenirken sabit etkiler aracılığıyla birim heterojenitenin kontrol edildiği PQR modelleri, klasik Gaussian sabit ve rassal etkiler tahminleri tarafından elde edilen panel veri analizlerinden daha esnek bir yaklaşım ortaya koymaktadır.<sup>225</sup> Başka bir ifadeyle, bağımlı değişkenin ortalamasının açıklayıcı değişkenlerin sabit değerlerine koşullu olarak modellenmesi yerine bağımlı değişkenin koşullu dağılımının tümünün analizine olanak sağlayan kantil tahmincisinin panel veri yapısına uyarlanmış halini oluşturmaktadır.

### 3.1.1. Havuzlanmış Kantil Regresyon Modeli

Karşılaştırmalı ekonomi, uluslararası politik ekonomi, savaş ve barış çalışmalarına ilişkin ampirik modellerin tahmini, farklı birimler üzerinde gözlemlenen zaman serisi verilerinden oluşan havuzlanmış verilere dayanmaktadır. Bu tür verilerin analizinde genellikle Gaussian modeller için geliştirilen geleneksel ekonometrik teknikler kullanılmasına rağmen; bu teknikler gözlemlenemeyen heterojenliği hesaba katmamaktadır. Kantil regresyon teknikleri ise, gerçek araştırma dünyasında geleneksel ekonometrik tekniklere karşın daha geniş bir istatistiksel alternatif sunmaktadır. Bu teknik, Gaussian olmayan dağılımlardan eğim heterojenitesinin çizilmesine izin veren bir rassal katsayı yorumlamasına sahiptir.<sup>226</sup>

Koenker ve Bassett (1978) tarafından yatay kesit veri modelleri için geliştirilen kantil regresyon modelinin  $0 < \tau < 1$  için  $i'$  inci birim üzerindeki  $t'$  inci gözleme ait

---

<sup>225</sup> Kengo Kato, Antonio F. Galvao Jr., Gabriel V. Montes-Rojas, "Asymptotics For Panel Quantile Regression Models With Individual Effects", *Journal Of Econometrics*, 170, 1, 2012, p. 76.

<sup>226</sup> Marcus Alexander, Matthew Harding, Carlos Lamarche, "Quantile Regression for Time Series Cross Sectional Data", *International Journal of Statistics and Management System*, 6, 1-2, 2011s. 47-48.ss.47-72.

$y_{it}$ 'nin koşullu kantil fonksiyonunun havuzlanmış veri model gösterimi aşağıdaki gibidir:<sup>227</sup>

$$Q_{y_{it}}(\tau|x_{it}) = x'_{it}\beta_0(\tau) + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T_N \quad (3.1)$$

Burada  $y_{it}$  bağımlı değişkeni;  $x'_{it}$  kesme teriminin de dâhil edildiği açıklayıcı değişken vektörünü ve  $\beta_0(\tau) = \beta$  ortak eğim parametresini göstermektedir. Yukarıdaki gösterimde  $Q_\tau(u_{it}|x_{it}) = 0$  durumu geçerlidir. Birim sayısı  $N$  ile ve zaman dönemleri sayısı  $N$ 'ye bağlı olan  $T = T_N$  ile gösterilmektedir; genellikle,  $T_N$ 'nin alt simgesi  $N$  göz ardı edilmektedir.  $\beta_0(\tau)$  bağımlı değişkenin koşullu dağılımının  $\tau$ 'uncu kantilindeki açıklayıcı değişkenin marjinal etkisini ifade etmektedir.

Havuzlanmış kantil regresyon tahmincisi,  $\hat{\beta}$ , aşağıdaki verilen minimizasyon işlemi sonucunda tahmin edilebilmektedir.

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^k} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \rho_\tau(y_{it} - x'_{it}\beta) \quad (3.2)$$

Burada  $\rho_\tau(u) = u(\tau - I(u < 0))$  standart kantil kontrol fonksiyonunu göstermektedir.

Havuzlanmış kantil regresyon modellerinde gözlemlenemeyen birim heterojenite dikkate alınmamaktadır. Birimlere özgü sabit etkilerin ilave değişkenler olarak modele dâhil edilmesiyle gözlemlenemeyen birim heterojenite gözlenebilir hale gelmekte ve katsayıların yorumlamaları değişmektedir. Gözlemlenemeyen birim heterojenliğinin varsayım şekline göre klasik panel veri modellerinde olduğu gibi PQR modellerinde de farklı model tahminleri kullanılmaktadır. PQR modelleri, gözlemlenemeyen etki ile açıklayıcı değişken arasında ilişkiye izin veren sabit etkili panel kantil regresyon modeli ve ilişkili rassal etkili panel kantil regresyon modeli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

### 3.1.2. Sabit Etkili Panel Kantil Regresyon Modeli

Örneklemin her bir elemanının zaman içinde birden fazla kez gözlemlendiği panel veriye sahip olduğunda, panel veri sabit etkiler modelleri kullanılarak zaman boyunca

<sup>227</sup> Wooldridge, 2010, a.g.e., s.459.



sabit olan gözlemlenemeyen eşdeğişkenler kontrol edebilmektedir. Bağımlı değişkenin koşullu ortalamasına ilişkin geleneksel doğrusal sabit etkili panel veri modelleri, birim başına yalnızca birkaç gözlem olduğunda bile oldukça basit bir şekilde uygulandığı görülmektedir. Farkın ortalaması ortalamanın farkına eşit olduğu için, modeldeki doğrusal yapı gözlemlenemeyen eşdeğişkenlerin farklılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Bağımlı değişkendeki değişim ile eşdeğişkenlerdeki değişim arasındaki ortalama ilişkiye bakılması, araştırmacıya bağımlı değişkenin koşullu ortalaması üzerindeki eşdeğişken etkilerini belirlemesine olanak sağlamaktadır.<sup>228</sup>

Koenker (2004) tarafından literatüre kazandırılan sabit etkili panel kantil regresyon (*Panel Quantile Regression with Fixed Effects – PQRFE*) modelleri, kantil regresyon modelleri ile sabit etkili panel veri modellerinin birleşiminden oluşmaktadır. PQRFE modellerinde, sabit etkiler aracılığıyla gözlemlenemeyen heterojenite kontrol edilirken; kantil regresyon modelleri aracılığıyla bağımlı değişkenin dağılımı üzerinde eşdeğişkenlerin nedensel etkileri araştırılmaktadır.

Rassal etkiler modeli, eşdeğişkenlerin bağımlı değişken üzerinde saf konum değiştirme etkisi (*pure location shift effect*) gösterdiği bir Gaussian yapısına sahiptir. Panel veri için Gaussian koşulları altında en küçük kareler tahmincilerine odaklanıldığında akla şu soru gelmektedir: Gaussian rassal etkiler yapısı dışında panel veri analizi için daha esnek ve robust bir yaklaşım uygulanabilir mi?<sup>229</sup> Koenker (2004) çalışmasında bu sorunun cevabını araştırarak kantil regresyon yönteminin olumlu bir rolü olduğunu ileri sürmüştür.

PQRFE modelinin açıklanması için öncelikle aşağıda verilen klasik doğrusal rassal etkiler modeli dikkate alınmaktadır:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \alpha_i + u_{it} \quad i = 1,2, \dots N \quad t = 1,2, \dots T_N \quad (3.3)$$

Burada  $y_{it}$  bağımlı değişkeni;  $x_{it} = (1, x_{it,1}, \dots x_{it,p})'$   $p$  sayıda bağımsız değişken vektörünü;  $\alpha_i$  zamanla değişmeyen gözlemlenemeyen etkiyi,  $u_{it}$  hata terimini

<sup>228</sup> Maria Ponomareva, “Identification in Quantile Regression Panel Data Models with Fixed Effects and Small T”, y.y., 2011, s.2. <http://www.niu.edu/ponomareva/QRPD-short.pdf> (25.04.2016 tarihinde erişildi)

<sup>229</sup> Roger Koenker, “Quantile Regression For Longitudinal Data”, *Journal Of Multivariate Analysis*, 91, 1 2004, s. 74-75.

göstermektedir. (3.3)'deki modelin koşullu kantil fonksiyonu için kullanılan modelle genişletilmesi düşünüldüğünde akla şu soru gelmektedir: Modelde yer alan  $\alpha$ 'lar hangi rolü oynamalıdır?  $\alpha$ 'lar genelde modeldeki diğer eşdeğişkenler tarafından yeterince kontrol edilemeyen “gözlemlenemeyen heterojenite”yi veya birime özgü değişkenlik kaynağını yakalaması için kullanılmaktadır. Koenker (2004) çalışmasında her birim için gözlem sayısının büyük olduğu durumda  $\alpha_i(\tau)$  ile her bir birim için dağılımsal değişim (*distributional shift*) tahmin edilebilirken; gözlem sayısının küçük olduğu durumda  $\tau$ 'ya bağlı, dağılımsal birim etkisini tahmin etmeye çalışmanın gerçekçi olmayacağını öne sürmektedir. Çalışmasında, birime özgü saf konum değiştirme etkisini tahmin etmenin daha uygun olacağını iddia etmektedir.<sup>230</sup>

Sabit etkiler panel veri modelinin  $0 < \tau < 1$  için,  $i$ ' inci birim üzerindeki  $t$ ' inci gözlemin tepkisinin koşullu kantil fonksiyonu gösterimi aşağıdaki gibidir:<sup>231</sup>

$$Q_{y_{it}}(\tau|x_{it}) = \alpha_i + x'_{it}\beta(\tau) \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad t = 1, 2, \dots, T_N \quad (3.4)$$

Burada  $\alpha$ 'lar bağımlı değişkenin koşullu kantilleri üzerinde saf konum değiştirme etkisine sahiptir.  $x_{it}$  eşdeğişken etkileri ilgili  $\tau$ 'ya bağlı iken;  $\alpha$ 'lar  $\tau$ 'ya bağlı değildir. (3.4)'deki modelin eşzamanlı olarak birçok kantil için tahmini aşağıdaki gibidir:

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_N} w_j \rho_{\tau} (y_{it} - \alpha_i - x'_{it}\beta(\tau_j)) \quad (3.5)$$

Burada  $\rho_{\tau} (u) = u(\tau - I(u < 0))$  Koenker ve Bassett'in (1978) parçalı doğrusal kantil kayıp fonksiyonunu göstermektedir.  $w_j$  ağırlıkları,  $\alpha_i$  parametre tahmini üzerindeki  $J$  tane kantilin  $\{\tau_1, \dots, \tau_j\}$  nispi etkisini kontrol etmektedir.  $w_j$  ağırlıklarının seçimi  $\tau_j$  kantilleri ile ilişkilidir ve Mosteller' in (1946) çalışmasındaki ayrık ağırlıklı L-istatistiklerinin\* seçimine benzemektedir. Koenker (1984) çalışmasında, sadece kesme

<sup>230</sup> Koenker, a.g.m., s. 76.

<sup>231</sup> Koenker, a.g.m., s. 77.

\* Sıralayıcı istatistiklerin doğrusal fonksiyonlarının bir sınıfı olarak adlandırılan *L-istatistikleri*, parametrik olmayan istatistiklerde anlamlı bir rol oynamaktadır ve doğrusal regresyon modelinin parametrelerini tahmin etmek için önerilmektedir. Bu yöntem Koenker ve Bassett (1978) tarafından önerilen  $p$ -boyutlu kantil regresyon yöntemlerinin doğrusal kombinasyonlarına dayanmaktadır. Genellikle L-istatistiklerine dayanan çalışmalar ayrık tahmincilerin birleştirilmiş davranışlarının sunulmasına olanak sağlamaktadır. Ele alınan verilerin sıralandığı varsayılarak outlier değerlere karşı dayanıklı olması, hesaplanmasının ve yorumlanmasının kolay olması gibi nedenler L-istatistiklerinin başlıca faydalarıdır. Bu istatistiğe ait

parametresinin  $\tau$ 'ya bağılı olduğu benzer bir durumu değerlendirmiş ve ilave eşdeğişkenler ile ilişkili eğim parametrelerinin farklı  $\tau$ 'lar için özdeş olması kısıtını koymuştur. Bu durumda, eğim parametreleri regresyon L-istatistikleri olarak tahmin edilmiştir. Koenker (2004) çalışmasında, PQRFE tahmincileri için,  $\alpha$  parametrelerinin ayrık ağırlıklı L-istatistikleri olarak tahmin edilmesini önermektedir.<sup>232</sup>

$N$ ,  $T$  ve  $J$ 'nin boyutları çok büyük olduğunda, (3.5)'deki modelin çözümünün pek mümkün olmadığı görülmektedir. En küçük kareler uygulamalarındaki klasik strateji, birim ortalamalardan sapmalarla  $y$  ve  $X'$  i dönüştürmek ve daha sonra dönüştürülen verilerden  $\hat{\beta}$ 'yi hesaplamaktadır. Kantil regresyon tahmininde bu ayrıştırmanın yapılması uygun değildir.  $N$  boyutunun sonsuza doğru gitme eğiliminde olduğu  $\alpha_i$  parametresinin varlığında, panel verinin sabit etkiler tahmincisi yanlı olabilmektedir. Bu nedenle Koenker (2004) çalışmasında ceza (*penalty*) terimi aracılığıyla birim etkilerin ortak bir değere yakınsandığı daraltma yöntemini geliştirerek parametre yanlılığını önlemekte ve yansız PQRFE tahmincilerinin elde edilebilmesini sağlamaktadır.

### **3.1.2.1. Cezalandırılmış Kantil Regresyon Tahmin Yöntemi**

PQRFE modellerinde, gözlemlenemeyen heterojeniteyi ifade eden  $\alpha_i$  birim etkilerin rollerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Koenker (2004) geliştirdiği yaklaşımda, eşdeğişken etkilerinin vektörü ile cezalandırılmış kantil regresyon tahmincileri sınıfını göz önünde bulunduran birim etkiler vektörünü birlikte tahmin etmeyi amaçlamaktadır.

(3.3)'da verilen Gaussian örnek modeli için en uygun tahminci,  $\hat{\alpha}$ 'ların ortak bir değere doğru daraltılması ile elde edilmektedir. Modelin  $x_{it}$  bileşeni kesme terimini içerdiğinde, bu ortak değer diğer eşdeğişken ortalamaları tarafından belirlenen noktadaki bağımlı değişkenin koşullu merkezi eğilimi olduğu kabul edilmektedir. (3.4)'de verilen kantil regresyon gösteriminde, ortak değer bağımlı değişkenin koşullu

---

tahmincilerin ise robust tahminciler olduğu gösterilmektedir. Bunun yanısıra L-tahmincileri konum ve ölçeğin ötesinde dağılımın şeklini ölçebilmektedir (Koenker, 2005:151-158).

<sup>232</sup>Koenker, a.g.m., s. 77.

kantiline karşılık gelmekte, bununla birlikte  $w_j$ 'nin belirlenmesi ve  $\tau_j$ 'nin simetrisinin dâhil edilmesini içeren başka koşullar gerekmektedir.

Özellikle  $N$  birim sayısı  $T_N$  zaman dönem sayısından daha büyük olduğunda, daraltma yöntemi çok sayıda tahmin edilen  $\alpha$  parametresi aracılığıyla ortaya konulan değişimin kontrol edilmesinde avantaj sağlamaktadır.  $\rho_\tau$  kantil kayıp fonksiyonu için,  $\ell_2$  klasik Gaussian ceza terimi yerine  $\ell_1$  ceza terimini dikkate almanın daha uygun olacağı belirtilmektedir.  $\ell_1$  ceza terimi aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$P(\alpha) = \sum_{i=1}^N |\alpha_i| \quad (3.6)$$

Yapılan bu seçim hem problemin doğrusal programlama biçimini hem de elde edilen tasarım matrisinin seyrekliğini (*sparsity*) korumaktadır. Tibshirani (1996) ve Donoho vd. (1998) başta olmak üzere birçok yazar,  $\ell_1$  daraltma yönteminin geleneksel Gaussian  $\ell_2$  cezalarıyla kıyaslandığında hesaplama avantajının yanı sıra istatistiksel açıdan da birçok avantaja sahip olduğunu vurgulamıştır. (3.5)'de yer alan PQRFE'ye ilişkin tahmincilerin elde edilmesi için, cezalandırılmış kantil regresyon tahmin yöntemi aracılığıyla aşağıdaki şekilde çözülebilmektedir:<sup>233</sup>

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_N} w_j \rho_{\tau_j} (y_{it} - \alpha_i - x'_{it} \beta(\tau_j)) + \lambda \sum_{i=1}^N |\alpha_i| \quad (3.7)$$

Burada  $\ell_1$  ceza terimi birim etkiler vektörünü daraltmak amacıyla kullanılmakta ve ayar parametresi olarak adlandırılan  $\lambda$  ile bu daraltmanın derecesi kontrol edilmektedir.<sup>234</sup> Bu denklemde  $\lambda \rightarrow 0$  olduğunda yukarıda tanımlanan sabit etkiler tahmincisi elde edilirken; tüm  $i = 1, 2, \dots, N$  değerleri için  $\hat{\alpha}_i \rightarrow 0$  ve  $\lambda \rightarrow \infty$  olduğunda sabit etkilerden arındırılan modelin tahmini elde edilmektedir.  $x_{it}$  bileşeni kesme terimini içerdiği varsayıldığından dolayı, her iki durumda da kesmenin  $\tau$ 'ya özgü  $J$  tane tahmini mevcuttur.<sup>235</sup>

<sup>233</sup>Koenker, a.g.m., s. 78.

<sup>234</sup> Carlos Lamarche, "Robust Penalized Quantile Regression Estimation For Panel Data", *Journal of Econometrics*, 157, 2, 2010a, s.396.

<sup>235</sup>Koenker, a.g.m., s. 78.

Cezalandırılmış kantil regresyon tahmin yöntemi, özellikle hem  $N$  hem de  $T$ 'nin sonsuz eğilimli olduğu varsayımı altında, daraltma yöntemi aracılığıyla çok sayıda  $\alpha$  parametresi tahmininin ortaya koyduğu değişkenliğin kontrol edilmesinde avantajlı olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra,  $\lambda$  ayar parametresinin belirlenmesi cezalandırılmış kantil regresyon tahmininde büyük önem taşımaktadır.

$\lambda$  ayar parametresinin seçimi temel bir sorun teşkil etmektedir. Koenker (2004) çalışmasında panel veri modellerinde kantil regresyonu kullanan ampirik araştırmacıların, ilgili  $\beta(\tau)$  parametresi için çıkarımı etkileyen daraltma parametresinin isteğe bağlı olarak seçilmesi gerektiğini öne sürülmektedir. (3.7)'da verilen modelin çözümünün açıkça  $\lambda$ 'nın değerine duyarlıdır. En küçük kareler durumunun aksine Gaussian varsayımları altında ayar parametresi,

$$\lambda = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_\alpha^2} \quad (3.8)$$

şeklinde belirlenmektedir. Bunun yanı sıra Koenker (2004) çalışmasında  $\lambda$  için pozitif değerler önerirken; literatürde  $\lambda > 0$  için net bir seçim formülü bulunmamaktadır.<sup>236</sup>

(3.7)'da verilen modelin çözümüyle elde edilen cezalandırılmış kantil regresyon tahmincisinin asimtotik özelliklerini incelemek için dengeli tasarım matris varsayımı ve eşzamanlı olarak tahmin edilecek  $J$  tane kantil göz önüne alındığında amaç fonksiyon,

$$V_{TN}(\delta) = \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N w_j \left[ \rho_{\tau_j} \left( y_{it} - \xi_{it}(\tau_j) - \frac{z'_{it}\delta_0}{\sqrt{T}} - \frac{x'_{it}\delta_j}{\sqrt{TN}} \right) - \rho_{\tau_j} \left( y_{it} - \xi_{it}(\tau_j) \right) \right] + \lambda_T \sum_{i=1}^N \left| \alpha_i - \frac{\delta_{0i}}{\sqrt{T}} \right| - |\alpha_i| \quad (3.9)$$

şeklindedir. Burada  $\xi_{it}(\tau_j) = \alpha_i + x'_{it}\beta(\tau_j)$ 'dir. Aşağıda gösterilen  $\hat{\delta}$ ,  $V_{TN}$  fonksiyonunu minimize etmektedir:

$$\hat{\delta} = \begin{pmatrix} \hat{\delta}_0 \\ \hat{\delta}_1 \\ \vdots \\ \hat{\delta}_J \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{T}(\hat{\alpha} - \alpha) \\ \sqrt{TN}(\hat{\beta}(\tau_1) - \beta(\tau_1)) \\ \vdots \\ \sqrt{TN}(\hat{\beta}(\tau_j) - \beta(\tau_j)) \end{pmatrix} \quad (3.10)$$

<sup>236</sup>Koenker, a.g.m., s. 87.

Tutarlı ve asimtotik olarak normal dağılımlı tahmincilerin elde edilmesi için aşağıda verilen düzenleyici koşulların sağlanması gerekmektedir.

**A1.**  $x_{it}$  verildiğinde  $y_{it}$  değişkenleri  $F_{it}$  koşullu dağılım fonksiyonlarıyla bağımsızdır ve  $i = 1, \dots, N$  ve  $t = 1, \dots, T$  için  $\xi_{it}(\tau_j)$ 'de  $f'_{it}$  sınırlandırılmış türevleriyle,  $0 < f_{it} < \infty$ , koşullu yoğunlukları türevlenebilmektedir.

**A2.**  $\Omega, \Phi_j = \text{diag} \left( f_{it} \left( \xi_{it}(\tau_j) \right) \right)$  ve  $\tau_k \wedge \tau_l - \tau_k \tau_l$  karakteristik elemanlarla  $J \times J$  boyutlu matrisi göstermektedir. Aşağıdaki matrislerin sınırlandırılmış formları pozitif tanımlı matrisleri oluşturmaktadır.

$$D_0 = \lim_{T, N \rightarrow \infty} T^{-1} \begin{pmatrix} w' \Omega w Z' Z & w' \Omega W \otimes Z' X / \sqrt{N} \\ W \Omega w \otimes X' Z / \sqrt{N} & W \Omega W \otimes X' X / N \end{pmatrix}$$

$$D_1 = \lim_{T, N \rightarrow \infty} T^{-1} \begin{pmatrix} \sum w_j Z' \Phi_j Z & w_1 Z' \Phi_1 X / \sqrt{N} & \cdots & w_J Z' \Phi_J X / \sqrt{N} \\ w_1 X' \Phi_1 Z / \sqrt{N} & w_1 X' \Phi_1 X / N & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_J X' \Phi_J Z / \sqrt{N} & 0 & \cdots & w_J X' \Phi_J X / N \end{pmatrix}$$

**A3.**  $\max_{\substack{1 \leq i \leq N \\ 1 \leq t \leq T}} \|x_{it}\| < M$  dir.

**Teorem 1:**  $a > 0$  için  $N^a/T \rightarrow 0$  ile A1-A3 koşulları altında,  $\delta$ 'yı minimize eden  $\hat{\delta}_1$  bileşeni  $D_1^{-1} D_0 D_1^{-1}$  matrisinin  $p \times p$  bloğunu azaltıcısı olarak verilen kovaryans matrisi ve sıfır ortalamalı Gaussian rassal vektöründe dağılımda yakınsaklık sağlamaktadır.<sup>237</sup> “ $\rightarrow$ ” sembolü olasılıkta yakınsaklığı göstermektedir.

**Teorem 2:**  $a > 0$  için  $N^a/T \rightarrow 0$  ve  $\lambda_T/\sqrt{T} \rightarrow \lambda_0$  sağlandığında A1-A3 düzenleyici koşullar altında,  $V_{TN}$ 'yi minimize eden  $\hat{\delta}_1$  ilk bileşeni  $V_0(\delta)$  minimize edicisinin ilk bileşeniyle aynı sınırlayıcı dağılıma sahiptir.  $V_0(\delta)$  minimize edicisi aşağıda tanımlanmaktadır:<sup>238</sup>

$$V_0(\delta) = -\delta' B + \frac{1}{2} \delta' D_1 \delta + \lambda_0 \delta' s \quad (3.11)$$

<sup>237</sup>Koenker, a.g.m., s. 80.

<sup>238</sup>Koenker, a.g.m., s. 83-84.

Burada  $B$ ,  $D_0$  kovaryans matrisli sıfır ortalamalı Gaussian vektörüdür;  $s = (s'_0 0'_{pJ})'$  ve  $s_0 = (\text{sgn}(\alpha_i))'$  dir.

Yukarıda verilen düzenleyici koşullar sağlandığı durumda,  $(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$  cezalandırılmış sabit etkili panel kantil regresyon tahmincilerinin asimtotik olarak normal dağıldığı ve tutarlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

### 3.1.2.2. Lamarche Tahmin Yöntemi

Modeldeki çok sayıda parametre ile ilgilenmek için kullanılan standart en küçük kareler dönüşümleri kantil regresyonda kullanışlı değildir; bu nedenle birim etkiler vektörünü doğrudan tahmin edebilmek için cezalandırılmış PQRFE tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Bu sıkıntı veren parametrelerin (*nuisance parameter*) tahmini eşdeğişken etkilerinin tahminlerinin değişkenliğini arttırmakta, fakat bu etkilerin ortak bir değere daraltılması veya düzenlemesi ilave değişkenliğin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Koenker (2004) cezalandırılmış PQRFE tahmincisini elde edebilmek için  $\ell_1$  ceza terimi kullanılarak  $\lambda$  parametresiyle daraltma derecesini belirlemektedir. Genellikle daraltma derecesi isteğe bağlı olarak seçilmesine rağmen literatürdeki çalışmalarda  $\lambda$ 'nın optimal değerinin bulunması Gaussian koşulları gerçekleşmediği durumda belirsizliğini koruduğu ortaya konulmaktadır.

Ayar parametresi farklı yaklaşım türlerinde belirlenebilmektedir. Modifiye edilmiş AIC (*Akaike Information Criterion*) tipi yaklaşımı tarafından ayar parametresinin belirlenmesi aşağıdaki gibidir:<sup>239</sup>

$$\hat{\lambda} = \arg \inf \|\hat{u}(\tau, \lambda)\|_1 + df_\lambda / (2NT) \quad (3.12)$$

Burada  $\hat{u}(\tau, \lambda)$  kalıntıyı ve  $df_\lambda$  sifıra eşit olmayan tahmin edilen parametrelerin sayısını göstermektedir. Ayar parametresinin seçimine ilişkin diğer bir yaklaşımda, ikinci dereceden kayıp fonksiyonu minimize eden değer tarafından belirlenebilmektedir. Lamarche (2010) çalışmasında, farklı yaklaşımlar tarafından belirlenen  $\lambda$  parametresinin optimal değerinin ne olduğu ve nasıl belirlenebildiği sorularına yanıt aramaktadır.

---

<sup>239</sup>Matthew Harding - Carlos Lamarche, "Penalized Quantile Regression With Semiparametric Correlated Effects: Applications With Heterogeneous Preferences", *IZA Discussion Paper*, No. 7741, 2013, s.8.



$\lambda$ 'nın optimal değerinin seçimi hem teorik hem de pratik uygulamalarda önemli bir konu haline gelmiştir.  $\lambda$ 'nın seçimi bazı model seçim kriterleri açısından optimaldir. Örneğin, model seçimi sırasında ayar parametresi AIC ve BIC (*Bayesian Information Criterion*) bilgi kriterleri tarafından seçilmekte; ridge regresyonda ortalama hata kareyi minimize eden değere göre seçilmekte ve parametrik olmayan uygulamalarda ise  $\lambda$ 'nın seçimi çapraz geçerlilik ölçütüyle yumuşatılmış parametre seçimine benzemektedir. Panel veri analizdeki klasik rassal etkiler yaklaşımı en iyi parametre tahminini bulmak için maksimum olabilirlik veya genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemlerini önermektedir. Fakat klasik olmayan varsayımlar altındaki başlangıç Gaussian ayar parametresi seçim stratejileri doğru olmayan çıkarımların elde edilmesine neden olabilmektedir.<sup>240</sup>

Lamarche (2010) çalışmasında, Koenker'in (2004) öne sürdüğü ayar parametresini inceleyerek  $\lambda$  parametresinin optimal değeri için asimtotik bir yaklaşıma dayanan cezalandırılmış tahmincinin asimtotik teorisini ortaya koymaktadır. Hem  $N$  yatay kesit birim sayısı hem de  $T$  zaman dönemleri sayısının sonsuza gittiği durumda, eşzamanlı olarak tahmin edilen farklı kantiller için cezalandırılmış kantil regresyon tahmincisinin asimtotik dağılımı aşağıda belirtilen bilgiler doğrultusunda elde edilmektedir.

(3.7)'da verilen modelin çözümünde,  $(\hat{\beta}(\tau, \lambda)', \hat{\alpha}(\lambda)')$ '  $\tau_j$ 'inci panel veri kantilleri olarak adlandırılmaktadır.  $\rho_{\tau_j} = (y_{it} - x'_{it}\hat{\beta}(\tau_j) - \hat{\alpha}_i)$  kantil kayıp fonksiyonu,  $\xi_{it}(\tau_j) = Q_{y_{it}}(\tau|x_{it}, \alpha_i) = \alpha_i + x'_{it}\beta(\tau_j)$  olduğu yerde  $\rho_{\tau_j} = (y_{it} - \xi_{it}(\tau_j) - \hat{\delta}_{0i}/\sqrt{T} - x'_{it}\hat{\delta}_1(\tau_j)/\sqrt{TN})$  olarak yazılmaktadır. Burada,<sup>241</sup>

$$\hat{\delta}_0 = \begin{pmatrix} \hat{\delta}_{01} \\ \vdots \\ \hat{\delta}_{0N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{T}(\hat{\alpha}_1 - \alpha_1) \\ \vdots \\ \sqrt{T}(\hat{\alpha}_N - \alpha_N) \end{pmatrix};$$

<sup>240</sup> Lamarche, 2010a, a.g.m., s.396.

<sup>241</sup>Lamarche, 2010a, a.g.m., s.397-398.



$$\hat{\delta}_1 = \begin{pmatrix} \hat{\delta}_1(\tau_1) \\ \vdots \\ \hat{\delta}_1(\tau_j) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{TN}(\hat{\beta}(\tau_1) - \beta(\tau_1)) \\ \vdots \\ \sqrt{TN}(\hat{\beta}(\tau_j) - \beta(\tau_j)) \end{pmatrix}$$

şeklindedir.  $|\hat{\alpha}_i| = |\hat{\alpha}_i - (\alpha_i - \alpha_i)| = \left| \alpha_i + \frac{\hat{\delta}_{0i}}{\sqrt{T}} \right|$  olarak yazılmaktadır.  $\lambda = \lambda_T$  için verilen (3.10)'nun minimizasyonu aşağıdaki ifadeye eşittir:

$$\min_{\delta_0, \delta_1} V_{TN}(\delta) = \min_{\delta_0, \delta_1} \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N w_j \left\{ \rho_{\tau_j} \left( y_{it} - \xi_{it}(\tau_j) - \frac{\hat{\delta}_{0i}}{\sqrt{T}} - x'_{it} \frac{\hat{\delta}_1(\tau_j)}{\sqrt{TN}} \right) - \rho_{\tau_j} \left( y_{it} - \xi_{it}(\tau_j) \right) \right\} + \lambda_T \left\{ \sum_{i=1}^N \left| \alpha_i + \frac{\hat{\delta}_{0i}}{\sqrt{T}} \right| - |\alpha_i| \right\} \quad (3.13)$$

Aşağıdaki düzenleyici koşullar varsayıldığında,

**A1.**  $y_{it}$  değişkenleri  $x_{it}$  ve  $\alpha_i$  üzerinde bağımsız olarak koşullu  $F_{it}$  dağılımına ve 0 ve  $\infty$  arasında eşit oranda sınırlandırılmış  $f_{it}$  sürekli yoğunluklara sahiptir.

**A2.** Bütün  $t$ 'ler için stokastik olarak  $x_{it}$ 'nin bağımsız olan  $\alpha_i$  değişkenleri değişebilen, bağımsız ve özdeş olarak dağılan  $G$  sıfır medyan dağılımına ve  $i = 1, \dots, N$  için 0 ve  $\infty$  arasında eşit oranda sınırlandırılmış  $g$  sürekli yoğunluklara sahiptir.

**A3.**  $H_0, H_1, H_2$  ve  $H_3$  şeklinde pozitif tanımlı matrisler bulunmaktadır.

$$H_0 = \lim_{T, N \rightarrow \infty} \frac{1}{TN} \begin{pmatrix} \Omega_{11} X' M_1' M_1 X & \cdots & \Omega_{1J} X' M_1' M_J X \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Omega_{1J} X' M_J' M_1 X & \cdots & \Omega_{JJ} X' M_J' M_J X \end{pmatrix}$$

$$H_1 = \lim_{T, N \rightarrow \infty} \frac{1}{TN} \begin{pmatrix} w_1 X' M_1' \Phi_1 M_1 X & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & w_J X' M_J' \Phi_J M_J X \end{pmatrix}$$

$$H_2 = \lim_{T, N \rightarrow \infty} \frac{1}{4TN} \begin{pmatrix} \tilde{X}'_1 \tilde{X}_1 & \cdots & \tilde{X}'_1 \tilde{X}_J \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}'_J \tilde{X}_1 & \cdots & \tilde{X}'_J \tilde{X}_J \end{pmatrix}$$

$$H_3 = \lim_{T, N \rightarrow \infty} \frac{1}{TN} \begin{pmatrix} \tilde{X}'_1 \Psi \tilde{X}_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \tilde{X}'_J \Psi \tilde{X}_J \end{pmatrix}$$

burada  $\Omega_{kl} = w_k(\tau_k \wedge \tau_l - \tau_k \tau_l)w_l$ ,  $M_j = I - P_j$ ,  $P_j = Z(Z' \Phi_j Z)^{-1} Z' \Phi_j$ ,  $\Phi_j = \text{diag}(f_{it}(\xi_{it}(\tau_j)))$ ,  $\Psi = \text{diag}(g(0))$  ve  $\tilde{X}_j = (Z' \Phi_j Z)^{-1} Z' \Phi_j X$ 'tir.  $Z$  kukla değişkenlerin  $N$  boyunca  $NT$  tesadüfi matrisidir.

**A4.**  $\max \|x_{it}\|/\sqrt{TN} \rightarrow 0$ 'dır. “ $\rightarrow$ ” sembolü olasılıkta yakınsaklığı ifade etmektedir.

**A5.**  $a > 0$  bir sabiti vardır ve  $N^a/T \rightarrow 0$ 'dır.

**A6.** Düzenleyici parametre  $\lambda_T/\sqrt{T} \rightarrow \lambda \geq 0$ 'dır.

$\xi_{it}(\tau)$ 'nin yakınındaki koşullu yoğunluğun davranışı kantil regresyon tahmincisinin asimtotik davranışı için oldukça önemlidir. Koşul A1, kantil regresyon tahmincisinin iyi tanımlanmış asimtotik davranışını sağlamaktadır. Koşul A2'deki sıfır medyan varsayımı Koenker'in (2004) çalışmasında varsayılan koşullara ek bir koşulu ifade etmekte ve varsayımın rassal etkiler türü olarak yorumlanabilmektedir. Koşul A2, ceza teriminin Knight'in (1998) ayrıştırmasını önermekte ve tahmincinin iyi tanımlanmış asimtotik davranışını elde etmede önemli rol oynamaktadır. Koşul A3'te, pozitif tanımlı matrislerin sınırlandırılmış biçiminin varlığı Lindeberg-Feller merkezi limit teoremine başvurmak için kullanılmaktadır. Özellikle,  $H_0$  ve  $H_1$  standart kantil regresyon problemine karşılık gelen amaç fonksiyon kısmında;  $H_2$  ve  $H_3$  ise ceza terimine karşılık gelen amaç fonksiyonu kısmında kullanılmaktadır. Koşul A4, hem Lindeberg koşulu hem de amaç fonksiyonun sonlu boyutsal yakınsaklığını sağlamak için önemlidir. Koşul A5, birim etkilerin Bahadur gösteriminden kaynaklı artık terim katkısının asimtotik olarak ihmal edildiğini garantilemektedir. Koşul A6,  $\sqrt{n}$  tutarlılığını sağlamak için gereklidir.<sup>242</sup>

Yukarıda belirtilen A1-A6 düzenleyici koşullar altında, asimtotik kovaryans matris izinin minimize edicisi olarak tanımlanan “optimal”  $\lambda$  parametresini elde etmek için,<sup>243</sup>

$$\lambda^* = \arg \min_{\lambda \in D} \{\text{tr} \Gamma_1(\lambda)^{-1} \Gamma_0(\lambda) \Gamma_1(\lambda)^{-1}\} \quad (3.14)$$

<sup>242</sup>Lamarche, 2010a, a.g.m., s.397-398.

<sup>243</sup> Carlos Lamarche, “Penalized Quantile Regression Estimation For A Model With Endogenous Individual Effects”, y.y., 2010b, s.10, ss.1-33, <https://www.maxwell.syr.edu/uploadedFiles/econ/seminars/pen.pdf>, (10.01.2017).

kullanılmaktadır. Dolayısıyla, tek (*unique*) bir minimize edici mevcuttur.  $\lambda^*$ 'nın seçimi  $Avar(\hat{\beta}_k(\tau_j, \lambda)) / Avar(\hat{\beta}_k(\tau_j, 0))$  normleştirilmiş asimtotik varyansları dikkate aldığından, ölçek etkisine duyarlı değildir. A1-A6 düzenleyici koşullar altında, asimtotik olarak sapmasız olan  $\hat{\beta}(\tau, \lambda)$  tahmincisi ve tahmin edilen asimtotik varyansın minimize edicisi olarak bilinen  $\lambda$  seçimi aracılığıyla amaç fonksiyonun minimize edicisi,

$$\operatorname{argmin} V_{TN}(\delta_1) \rightsquigarrow \operatorname{argmin} V_0(\delta_1)$$

şeklinindedir. Burada  $V_0(\delta_1) = -\delta_1'(B + \lambda C) + \frac{1}{2} \delta_1'(H_1 + 2\lambda H_3)\delta_1$  ve B ve C sırasıyla  $H_0$  ve  $H_2$  kovaryans matrisleriyle sıfır ortalamalı Gaussian bağımsız vektörlerdir. “ $\rightsquigarrow$ ” sembolü dağılımda yakınsaklığı göstermektedir.

Lamarche (2010), ayar parametresinin optimal değeri için asimtotik bir yaklaşım türeterek cezalandırılmış tahmincinin asimtotik teorisini belirlemektedir. Çalışmasının temel teorik katkısı,  $\lambda$ 'ya bağlı olan  $(\hat{\beta}(\tau, \lambda), \hat{\alpha}(\lambda))$  iki terim içerisindeki cezanın ayrıştırılmasıdır. İlk terim, asimtotik olarak Gaussian'dır. İkinci terim ise amaç fonksiyonun sınırlandırılmış biçimine ikinci dereceden katkı sağlamaktadır. Birim etkiler sıfır medyanlı dağılım fonksiyonu sınıfından alındığında, asimtotik olarak yansız tahminci elde edilebilmektedir. Asimtotik varyans parametrenin katı bir biçimde dış bükey fonksiyonu olduğu için, optimal  $\lambda$ 'ya ulaşılmaktadır.  $\lambda$  ayar parametresi, düzenleyici koşullar altında tektir ve panel veri için cezalandırılmış kantil regresyon tahmincisi sınıfında minimum varyanslı tahminciyi vermektedir.<sup>244</sup>

Literatür araştırması sonucunda ayar parametresinin seçiminde ait farklı yöntemlerin kullanıldığı ve bunlar arasında yaygın olarak kullanılan 3 yöntemle rastlandığı görülmektedir. Bunlardan ilki Laplacian yöntemidir. Bu yöntemde hata terimlerinin standart sapmasının sabit terimin standart sapmasına bölünmesi ile  $\lambda = \hat{\sigma}_u / \hat{\sigma}_\alpha$  ayar parametresi elde edilmektedir. İkinci yöntem Koenker'in (2004) çalışmasında kullanılan Gaussian tipi yöntem olarak adlandırılmaktadır. Ayar parametresi  $\lambda = \sigma_u^2 / \sigma_\alpha^2$  formülüyle belirlenmektedir. Üçüncü yöntem olarak ise, Kernel yaklaşımını kullanarak

<sup>244</sup>Lamarche, 2010a, a.g.m., s.397.

asimtotik varyansı minimize eden Lamarche'nin (2010) geliştirdiği yöntemdir.<sup>245</sup> Lamarche çalışmasında yapmış olduğu simülasyon çalışmaları sonucunda, üç yöntemin de birbirine yakın sonuçlar verdiğini fakat tüm model türleri ve dağılımlar için asimtotik varyansı minimize eden yöntem kullanıldığında daha iyi sonuçların elde edildiğini ortaya koymuştur. alışmasında parametrelerin sapmalarını ve asimtotik varyansını minimize eden ayar parametresinin seçiminin diğer yöntemlere göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmıştır. Bununla birlikte, ampirik uygulamalarda ayar parametresi seçimine ilişkin net bir görüş birliği olmamasıyla birlikte parametre seçiminin araştırmacının inisiyatifine bırakıldığı görülmektedir.

### 3.1.2.3. İki Aşamalı Panel Kantil Regresyon Tahmin Yöntemi

PQR modellerinde PQRFE tahmincisini elde etmek için kullanılan bir diğer alternatif tahminci, Canay'ın (2011) geliştirdiği sabit etkileri saf konum değişimler olarak modelleyen iki aşamalı kantil regresyon yöntemidir. İki aşamalı tahminci,  $\alpha_i$  gözlemlenemeyen birim etkileri bağımlı değişkenin koşullu kantilleri üzerinde konum değişim değişkenleri olarak varsayan alternatif bir yaklaşımdır.

Canay (2011) alışmasında, sabit  $T$  için ilgili parametrenin tanımlandığı yeterli koşulları sağladığını belirtmektedir. Sabit etkilerin konum değişim değişkenleri olarak görüldüğü durumda,  $T \rightarrow \infty$  için sabit etkileri ortadan kaldıran basit bir veri dönüşümünün olduğunu göstermektedir.  $N$  ve  $T$  sonsuza doğru gittiğinde, elde edilen iki aşamalı tahmincinin tutarlı ve asimtotik olarak normal dağılıma sahip olduğunu belirtmektedir.<sup>246</sup>

İki aşamalı tahmin yaklaşımı incelenirken aşağıda verilen model dikkate alınmaktadır:<sup>247</sup>

$$\begin{aligned}
 Y_{it} &= q(\beta, X_{it}, \alpha_i, U_{it}), & i = 1, 2, \dots, n \quad t = 1, 2, \dots, T \\
 &= X'_{it}\beta(U_{it}) + \alpha_i & U_{it}|X_i \sim \text{Uniform}(0,1)
 \end{aligned} \tag{3.15}$$

<sup>245</sup>Lamarche, 2010a, a.g.m., s.401.

<sup>246</sup> Ivan A. Canay, "A Simple Approach To Quantile Regression For Panel Data", *Econometrics Journal*, 14, 2011, s. 368.

<sup>247</sup> Ivan A. Canay, "Essays On Partial Identification Inference And Moment Selection", University Of Wisconsin-Maddison, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), 2008, s.77.

Burada  $(Y_{it}, X_{it})$  gözlenebilen değişkenleri ve  $(\alpha_i, U_{it})$  gözlemlenemeyen değişkenleri göstermektedir.  $X_i = (X'_{i1}, X'_{i2} \dots X'_{iT})'$  açıklayıcı değişken vektörünü ve  $q(\cdot)$  koşullu kantil fonksiyonunu göstermektedir.  $q(\beta, X_{it}, \alpha_i, U_{it})$  fonksiyonu  $\tau$ 'da katı bir biçimde arttığı ve doğrusal olduğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla  $\tau \mapsto X'\beta(\tau)$  fonksiyonu da katı bir biçimde artmaktadır. Kantil regresyon modelinin bu tür gösterimi Doksum'un (1974)<sup>\*\*\*</sup> çalışmasına dayanmaktadır.

Koenker ve Bassett (1978) tarafından öne sürülen standart kantil regresyon modeli ile (3.15)'te verilen modelin farkı  $\alpha_i$ 'nin varlığına dayanmaktadır.  $\eta_i$ 'nin bağımsız ve özdeş dağılıma (*independent and identically distributed – i.i.d.*) sahip olduğu ve  $(X_i, U_i)$ 'nin bağımsız olduğu yerdeki  $\alpha_i = \alpha_i(U_{it}, X_i, \eta_i)$  için, bu rassal değişken gözlemlenemeyen değişkendir ve (3.15)'teki rassal değişkenlerin kalıntısıyla rasgele ilişkili olabilmektedir.  $\tau \mapsto X'\beta(\tau) + \alpha_i(\tau, X_i, \eta_i)$ 'nin  $\tau$ 'da katı bir biçimde arttığını varsayıldığında, model aşağıdaki koşulu belirtmektedir.<sup>248</sup>

$$P(Y_{it} \leq X'_{it}\beta(\tau) + \alpha_i(\tau, X_i, \eta_i) | X, \eta) = \tau \quad (3.16)$$

$\alpha_i$  gözlemlenemeyen değişken olduğu için yukarıda ifade edilen koşul kullanışlı değildir.  $\beta(\tau)$  modeldeki ilgili parametreyi göstermektedir. Modelin amacı  $\alpha_i$  gözlemlenemeyen heterojenite<sup>\*\*\*\*</sup> verildiğinde, tutarlı tahminciyi elde etmektir.  $\alpha_i(\tau, X_i, \eta_i)$  üzerinde ilave kısıtlamalar yapılmadığında, olası  $\beta(\tau)$ 'nun belirlenmesi oldukça zordur.  $(\alpha_i, U_{it})$  üzerinde hangi ek koşulların olduğu sorusu altında,  $\beta(\tau)$  parametresi belirlenebilmekte ve tutarlı olarak tahmin edilebilmektedir.

$0 < \tau < 1$  için,  $e_{it}(\tau) \equiv X'_{it}[\beta(U_{it}) - \beta(\tau)]$  durumu dikkate alındığında (3.15)'teki model aşağıdaki gibi yazılabilmektedir:

$$Y_{it} = X'_{it}\beta(\tau) + \alpha_i + e_{it}(\tau), \quad (3.17)$$

<sup>\*\*\*</sup> Doksum (1974), konum değişim modellerinin aynı anda birden fazla yerde olan kantil konum etkisini özetlemek için yetersiz olduğunu öne sürerek p-örneklemi için kantil çıkarım paradigmasını formüle etmiştir.

<sup>248</sup> Canay, 2008, a.g.e.,s.77.

<sup>\*\*\*\*</sup>  $\alpha_i$  ve  $U_{it}$  gözlemlenemeyen heterojenitenin iki farklı kaynağıdır.  $Y_i = X'_i\beta(U_i)$  olduğu yatay kesit modellerde,  $U_i$  birim becerisi yada eğimi olarak yorumlanmaktadır.  $\alpha_i$  değişkeni ise koşul beklenti modellerindekine benzer yorumlamaya sahiptir.

$Q_{e_{it}(\tau)}(\tau|X_i) = 0$  koşullu kantil kısıtı yeterli belirlenme gücüne sahip değildir. Bu nedenle Canay (2011) çalışmasında, momentlerin varlığı ve bağımsızlık kısıtlamaları altında  $T \geq 2$  için  $\beta(\tau)$  ilgili parametrenin belirlendiğini ispat etmektedir. Burada kolaylık sağlaması için  $i$  üzerindeki bağımlılık göz ardı edilmektedir.  $S_t \equiv X'_{it}\beta(U_{it})$  olmasına izin verilerek,  $\alpha$  ve  $U_t$ 'nin  $X$  üzerindeki bağımsızlık koşulunu sağladığında  $Y_t = S_t + \alpha$ ,  $S_t$ 'nin evrişimi olduğu ve  $\alpha$ 'nın  $X$  üzerinde koşullu olduğu (3.15)'deki model sonucu ortaya çıkmaktadır. Açıklama kolaylığı sağlaması için  $T = 2$  olduğu ve  $x = (x_1, x_2)$ 'in  $X = (X_1, X_2)$  rassal değişkenlerin gerçekleşmesini gösterdiği yerdeki aşağıdaki varsayımlar göz önüne alınmaktadır:<sup>249</sup>

**Varsayım 1:**  $X = x$  üzerine koşullu  $P_{S_t|x}$  ve  $P_{\alpha|x}$  dağılımlarının karakteristik fonksiyonları sırasıyla  $\phi_{S_t|x}$  ve  $\phi_{\alpha|x}$  ile gösterilmektedir. Bu durumda,

- i.  $X = x$  üzerine koşullu  $S_1, S_2$  ve  $\alpha$  rassal değişkenleri  $\bar{X}$ 'in  $X = (X_1, X_2)$  dayanağını gösterdiği yerdeki bütün  $x \in \bar{X}$  için bağımsızdır.
- ii. Bütün  $x \in \bar{X}$  için  $\Gamma \equiv \{t \in \{1,2\} \text{ için } \omega: \phi_{S_t|x}(\omega 2^{-k}) \neq 0 \text{ ve } \phi_{\alpha|x}(\omega 2^{-k}) \neq 0, k = 0,1 \dots\}$  kümesi  $\mathbb{R}^k$  de yoğundur.

Varsayım 1'deki (i) maddesi,  $\alpha_i$ 'nin  $(U_1, U_2)$ 'nin bağımsız olduğu için kantiller boyunca değişmediğini ifade etmektedir. (ii) maddesi, çoğu sıfır ve sayılabilir olan karakteristik fonksiyonlara izin vermesine rağmen  $\mathbb{R}^k$ 'nin boş olmayan açık altkümeleri üzerinde ortadan kaybolan karakteristik fonksiyonları dışladığını ifade etmektedir.

**Varsayım 2:** Aşağıdaki unsurları içermektedir.

- i.  $U_{it} \perp (X_i, \alpha_i)$  ve  $U_{it} \sim U[0,1]$ 'dir.
- ii.  $\beta_\mu \equiv E[\beta(U_{it})]$  olduğu yerde  $\Omega_{UU} \equiv E[(\beta(U_{it}) - \beta_\mu)(\beta(U_{it}) - \beta_\mu)']$  tekil olmayan sonlu normdur.
- iii.  $t = 1,2$  için  $X_t = (1, X_t^S)$  izin verdiğinde herhangi bir  $A$  için  $A \subseteq \mathbb{R}^{k-1}$  durumu mevcuttur, örneğin;  $A, X_2^S - X_1^S$ 'in dağılımı altında 1 olasılığına sahiptir ve  $\mathbb{R}^{k-1}$ 'nin uygun doğrusal alt uzayıdır.
- iv.  $t = \{1,2\}$  için  $(Y_t, X_t)$  sonlu ilk momentlere sahiptir.

Varsayım 2'deki (i) maddesi,  $U_{it}, \alpha_i$ 'nin bağımsız olarak varsayılmasının dışında kantil regresyon modelindeki standartı da ifade etmektedir. (ii) maddesi,  $\beta_\mu \in \mathbb{R}^k$ 'da

<sup>249</sup> Canay, 2011, a.g.m., s. 370-372.

mevcut olduğu ve  $S_t$ 'nin konumunu iyi tanımladığı anlamına gelmektedir. (iii) maddesi, kesme teriminin de dâhil edildiği açıklayıcı değişkenlerin altvektörü üzerindeki standart rank-tipi koşulu belirtmektedir. (iv) maddesi ise, aşağıda açıklanacak olan Varsayım 3 altında ifade edilmektedir.

İlgili  $\beta(\tau)$  parametresi Varsayım 1 - Varsayım 2 ve gözlenebilen verinin dağılımından belirlenmiş bir noktadır. İki aşamalı tahminci,  $\alpha_i$  gözlemlenemeyen birim heterojenite Varsayım 1'in (i) maddesindeki konum değişim durumundan ve Varsayım 2'nin ilk iki maddesinin sonuçlarından faydalanılarak elde edilmektedir. İlk sonuç, sadece  $\beta(\tau)$  ve  $e_{it}(\tau)$ 'nin  $\tau$ 'ya bağlı olduğu model (3.17)'dedir. İkinci sonuç,  $u_{it}(\tau) \equiv X'_{it}[\beta(U_{it}) - \beta_\mu]$  olmasına izin verildiği durumda aşağıdaki gibi  $Y_{it}$  için koşullu ortalama denklemi yazılarak ortaya çıkmaktadır.<sup>250</sup>

$$Y_{it} = X'_{it}\beta_\mu + \alpha_i + u_{it}, \quad E(u_{it}|X_i, \alpha_i) = 0 \quad (3.18)$$

Denklem (3.18)'de  $Y_{it}$ 'nin koşullu ortalamasında  $\alpha_i$ 'nin mevcut olduğunu göstermektedir. Bu denklem aracılığıyla  $\beta_\mu$ 'nun  $\sqrt{nT}$  tutarlı tahmincisi veren  $\alpha_i$ 'nin  $\sqrt{T}$  tutarlı tahmincisi hesaplanabilmektedir.

Denklem (3.18) kullanılarak,  $\beta(\tau)$  parametresi  $\hat{Y}_{it}^T \equiv Y_{it} - \hat{\alpha}_i$  rassal değişkeninin kantil regresyonu tarafından tahmin edilmektedir.  $\mathbb{E}_T(\cdot) \equiv T^{-1} \sum_{t=1}^T(\cdot)$  ve  $\mathbb{E}_N(\cdot) \equiv N^{-1} \sum_{n=1}^N(\cdot)$  notasyonlarının kullanıldığı iki aşama aşağıda açıklanmaktadır. İki aşamalı tahminci olarak adlandırılan  $\hat{\beta}(\tau)$  parametresi aşağıdaki aşamalar sonucunda elde edilmektedir:<sup>251</sup>

**Aşama 1.**  $\hat{\beta}_\mu$  standart grup içi tahmininden elde edilen  $\beta_\mu \equiv E(\beta(U_{it}))$ 'nin  $\sqrt{nT}$  tutarlı tahmincisidir. Yani  $N, T \rightarrow \infty$  için tutarlı olan  $\beta_\mu$ 'nın en küçük kareler tahmincisidir.<sup>252</sup>  $\hat{\beta}_\mu$  kullanılarak  $\hat{\alpha}_i \equiv \mathbb{E}_T[Y_{it} - X'_{it}\hat{\beta}_\mu] = T^{-1} \sum_{t=1}^T [(Y_{it} - X'_{it}\hat{\beta}_\mu)]$  tahmin edilmektedir.

**Aşama 2.**  $\hat{Y}_{it}^T \equiv Y_{it} - \hat{\alpha}_i$  şeklinde dönüştürülen rassal değişken yardımıyla iki aşamalı tahminci  $\hat{\beta}(\tau)$  aşağıdaki gibi tahmin edilmektedir:

<sup>250</sup> Canay, 2011, a.g.m., s. 373.

<sup>251</sup> Canay, 2011, a.g.m., p.373.

<sup>252</sup> Galina Besstremyannaya, "Heterogeneous Effect Of Residency Matching And Prospective Payment On Labor Returns And Hospital Scale Economies", *SIEPR Discussion Paper*, No. 15-001, s.6, ss.1-34.



$$\hat{\beta}(\tau) \equiv \underset{\beta \in B}{\operatorname{argmin}} \mathbb{E}_{nT} [\rho_\tau(\hat{Y}_{it}^T - X'_{it}\hat{\beta})] = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} \frac{1}{NT} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N \rho_\tau(\hat{Y}_{it}^T - X'_{it}\hat{\beta}) \quad (3.19)$$

(3.19) denklemindeki iki aşamalı tahminci,  $T \rightarrow \infty$  için  $\hat{Y}_{it}^T \rightsquigarrow Y_{it}^* \equiv Y_{it} - \alpha_i$  olduğunda çalışmaktadır.  $\rightsquigarrow$  simgesi zayıf yakınsaklığı göstermektedir.  $T \rightarrow \infty$  olduğunda  $\hat{Y}_{it}^T \equiv Y_{it}^* + \hat{r}_{it}^T$  olduğu için bu durum geçerlidir. Burada,

$$\hat{r}_{it}^T \equiv (\alpha_i - \hat{\alpha}_i) = \mathbb{E}_T(X_{it})'(\hat{\beta}_\mu - \beta_\mu) - \mathbb{E}_T[Y_{it}^* - X'_{it}\beta_\mu] \rightarrow 0 \quad (3.20)$$

şeklindedir. Bunun üzerine,  $T \rightarrow \infty$  için  $\hat{Y}_{it}^T$  rassal değişkeni  $Y_{it}^*$  değişkenine olasılıkta yakınsamaktadır,  $\hat{Y}_{it}^T \rightsquigarrow Y_{it}^*$  zayıf yakınsama anlamına gelmektedir.<sup>253</sup>

**Varsayım 3:**  $\varphi_\tau(u) = \tau - I(u < 0)$  olmasına izin verilmektedir.  $I(\cdot)$  gösterge fonksiyonu göstermektedir,  $W = (Y^*, X)$  ve fonksiyon  $g_\tau(W, \beta, r) \equiv \varphi_\tau(Y^* - X\beta + r)X$  olarak tanımlanmaktadır. Buna ek olarak, (3.18)'deki modelin veri üretme sürecine uygun olduğu varsayıldığında;

- i.  $(Y_{it}^*, X_{it}, \alpha_i)(\Omega, F, P)$  olasılık uzayı üzerinde i.i.d. olarak tanımlanmaktadır ve  $\mathcal{Y} \times \mathcal{X} \times \mathcal{A}$  bir kompakt (yoğun) küme içinde değer almaktadır. Ayrıca,  $E(\alpha_i) = 0$ 'dir.
- ii.  $\Theta$ 'nin kompakt ve konveks olduğu yerde bütün  $\tau \in \mathcal{T}$  için  $\beta(\tau) \in \operatorname{int} \Theta$ 'dir ve  $\mathcal{T}(0,1)$ 'in kapalı altaralığıdır.
- iii.  $X$  yoğunluğu üzerinde  $Y^* \in \mathcal{Y}$  sınırlandırılmış koşullu yoğunluğa sahiptir,

$$\sup_{\tilde{y} \in \mathcal{Y}} f(\tilde{y}) < K \text{ ve } \Pi(\beta, \tau, r) \equiv E[g_\tau(W, \beta, r)]$$

$$J_1(\beta, \tau, r) = \frac{\partial}{\partial \beta'} \Pi(\beta, \tau, r), \quad \Theta \times \mathcal{T} \times \mathcal{R} \text{ üzerinde eşit oranda tam ranka sahip ve}$$

sürekli olduğu bilinen Jacobi matrisine sahiptir ve  $J_2(\beta, \tau, r) = \frac{\partial}{\partial r} \Pi(\beta, \tau, r)$  ise  $\Theta \times \mathcal{T} \times \mathcal{R}$  üzerinde eşit oranda süreklidir. Ayrıca,  $\beta \mapsto \Pi(\beta, \tau, r)$  eşleşmesi altında sadece  $\Theta$ 'nun görüntüsüne bağlıdır.

Varsayım 3 Chernozhukov ve Hansen (2006)'daki benzer koşullardan etkilenmektedir. Varsayım 3'deki (i) maddesi, gözlemlenemeyen değişken  $Y_{it}^*$  üzerinde i.i.d. durumu geçerli iken  $Y_{it}$ 'de geçerli olmadığını ifade etmektedir. (iii) maddesi,

<sup>253</sup> Canay, 2008, a.g.e., s.80.



$\beta(\tau)$ 'nin genel tanımlamasını belirttiği ve süreklilik koşulu asimtotik normallik için kullanıldığı anlamına gelmektedir.

**Varsayım 4:**  $\hat{\beta}_\mu$  önhazırlık tahmincisi, aşağıdaki gibi genişletilmeye izin verildiğinde:

$$\sqrt{nT}(\hat{\beta}_\mu - \beta_\mu) = \sqrt{nT}\mathbb{E}_{nT}(\psi_{it}) + o_p(1),$$

elde edilmektedir. Burada  $\psi_{it}$ ,  $E[\psi_{it}] = 0$  ile rassal değişkenlerin i.i.d. dizisidir ve  $\Omega_{\psi\psi} = E[\psi_{it}\psi_{it}']$ 'dir.

(3.19)'de tanımlanan iki aşamalı tahmincinin yukarıda ifade edilen düzenleyici koşullar altında sadece tutarlı değil aynı zamanda asimtotik olarak normal dağıldığı ispatlanmıştır. Canay'ın (2011) geliştirdiği iki aşamalı tahmincinin büyük matrislerde daha iyi performans gösterildiği ve Koenker'in (2004) cezalandırılmış PQRFE tahmincisine göre daha az hesaplama işlemine sahip olduğu belirtilmektedir.<sup>254</sup> Bununla birlikte Monte Carlo simülasyon çalışmalarında, Canay'ın (2011) geliştirdiği tahmin yöntemiyle elde edilen bulguların Koenker'in (2004) geliştirdiği tahmin yöntemiyle elde edilen bulgulara çok yakın olduğunu göstermektedir.<sup>255</sup>

Canay (2011) iki aşamalı tahmincinin varyans-kovaryans matrisinin tahmin edilebilmesi için bootstrap yöntemini önermektedir. Bootstrap yöntemi, orijinal veriden  $NT$  boyutlu örneklemin yer değiştirilmesiyle çekilerek yukarıda tanımlanan iki aşamalı tahmincisi hesaplanmaktadır. Bu işlemin  $B$  kere tekrar edilmesiyle tahmin edilen bootstrap varyans kovaryans matrisi aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:<sup>256</sup>

$$\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (\hat{\beta}_b^*(\tau) - \bar{\beta}^*(\tau)) (\hat{\beta}_b^*(\tau) - \bar{\beta}^*(\tau))' \quad (3.21)$$

<sup>254</sup> Martin Binder, Alex Coad, "Heterogeneity in the Relationship between Unemployment and Subjective Well-Being: A Quantile Approach", *The Levy Economics Institute Working Paper*, No. 808, 2014, s.6.

<sup>255</sup> Zheng Fang, Yoko Niimib, "Do Losses Bite More than Gains? Evidence from a Panel Quantile Regression Analysis of Subjective Well-being in Japan", *Economic Growth Centre Discussion Paper*, No:2015/07, 2015, s.16.

<sup>256</sup> Neil Foster-McGregor, Anders Isaksson, Florian Kaulich, "Outward Foreign Direct Investment, Exporting and FirmLevel Performance in sub-Saharan Africa", *The Journal of Development Studies*, 50, 2, 2014, s.250.

Burada  $\hat{\beta}_b^*(\tau)$ 'uncu kantil ve b'inci bootstraptan tahmin edilen parametredir ve  $\bar{\beta}^*(\tau) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\beta}_b^*(\tau)$ ' dur.

### 3.1.3. İlişkili Rassal Etkiler Panel Kantil Regresyon Modeli

İlişkili rassal etkiler (*Correlated Random Effects – CRE*) yaklaşımı, gözlemlenemeyen etkiler ile eşdeğişkenlerin geçmişi arasındaki bağımlılığın parametrik olarak modellendiği modelleme yaklaşımıdır. Gözlemlenemeyen etkilerin eşdeğişkenlerden bağımsız olduğu varsayımı altındaki geleneksel rassal etkiler yaklaşımının özel bir durumudur.<sup>257</sup> CRE yaklaşımı Mundlak (1978) ve Chamberlain' nin (1982) çalışmalarına dayanmaktadır. Chamberlain' nin (1982; 1984) CRE modelindeki gözlemlenemeyen etki aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:<sup>258</sup>

$$\alpha_i = \phi(x_i) + v_i \quad (3.22)$$

Dolayısıyla,

$$\alpha_i = \psi_t + x'_{i1}\pi_1 + \dots + x'_{iT}\pi_T + v_i \quad (3.23)$$

Burada  $x_{it}' \equiv (x_{i1}, \dots, x_{iT})'$  bağımsız değişkenlerin kümesini;  $\psi$  skaler bir büyüklüğü ve  $v_i$  bağımsız değişkenlerle korelasyonsuz hata terimini,  $E(v_i|x_i) = 0$ , göstermektedir. Denklem (3.23)'deki,  $E(v_i|x_i) = 0$  koşullu ortalama varsayımı sadece konumu sabitleyen bir normalleştirme olduğunda kısıtlayıcı değildir. “Rastgele atama (belirleme)” yorumu istendiğinde, ilişkili rassal etkiler modeli  $X$  ve  $\alpha$  arasındaki bağımlılığı kontrol etmek için uygulanmaktadır. Eğer  $X$  ve  $\alpha$  arasındaki bağımlılık ihmal edilirse tahminler yanlı olabilmektedir.<sup>259</sup>

$\{(x_{i1}, \dots, x_{iT}, u_{i1}, \dots, u_{iT}, \alpha_i)\}_{i=1}^N$  rassal değişkenlerin dağılımları altında bağımsız ve özdeş olduğu varsayılmaktadır.  $\{(y_{i1}, \dots, y_{iT}, x_{i1}, \dots, x_{iT})\}_{i=1}^N$  gözlenen verilerle  $i =$

<sup>257</sup> Wooldridge, 2010, a.g.e., s.286.

<sup>258</sup> Gary Chamberlain, “Panel Data Handbook of Econometrics (Chapter 22)”, *Handbook of Econometrics*, (ed.)Zvi Griliches and Michael Intriligator, 1. b., C. 2, 1984, s.1257.

<sup>259</sup> Stefan Holst Milton Bache, Christian Møller Dahl, Johannes Tang Kristensen, “Headlights On Tobacco Road To Low Birthweight Outcomes: Evidence From Battery Of Quantile Regression Estimators and A Heterogeneous Panel”, *Empirical Economics*, 44, 2013, s.1598.

$1, \dots, N$  yatay kesit birimleri ve  $t = 1, \dots, T$  zaman dönemlerini gösteren  $y_{it}$ 'nin standart doğrusal panel veri modeli gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \alpha_i + u_{it} \quad (3.24)$$

Burada  $y_{it}$  bağımlı değişkeni;  $x_{it}$  açıklayıcı değişken vektörünü;  $\alpha_i$  gözlemlenemeyen birim etkileri göstermektedir. Yatay kesit birim sayısı  $N \rightarrow \infty$  iken, her bir yatay kesit birimi için zaman dönemleri sayısının  $T \geq 2$  sabit olduğu varsayılmaktadır. Chamberlain'nin (1984) CRE modelinde  $T = 2$  zaman dönemi için gözlemlenemeyen etki aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:<sup>260</sup>

$$\alpha_i = \phi + x'_{i1}\pi_1 + x'_{i2}\pi_2 + v_i \quad (3.25)$$

Burada  $x_{i1}$  ve  $x_{i2}$  sırasıyla  $\pi_1$  ve  $\pi_2$  parametre vektörlerine karşılık gelen açıklayıcı değişkenler için gözlemlerin birinci ve ikinci kümesini göstermektedir.  $\phi$  bir sabiti ve  $v_i$  açıklayıcı değişkenlerle korelasyonsuz olan hata terimini göstermektedir. (3.25)'te verilen eşitlik (3.24)'te verilen doğrusal panel veri modelinde yerine konulduğunda aşağıda verilen iki denklem elde edilmektedir:

$$y_{i1} = \phi + x'_{i1}(\beta + \pi_1) + x'_{i2}\pi_2 + v_i + u_{i1} \quad (3.26)$$

$$y_{i2} = \phi + x'_{i1}\pi_1 + x'_{i2}(\beta + \pi_2) + v_i + u_{i2} \quad (3.27)$$

Burada  $(\phi, \pi_1, \pi_2)$  parametreleri en küçük kareler ya da farklı yöntemler kullanılarak tahmin edilebilmektedir.  $x_{i1}$  vektörü  $y_{i1}$  bağımlı değişkenini iki kanaldan etkileyebilmektedir:  $x'_{i1}\beta$  terimiyle verilen doğrudan etki ve gözlemlenemeyen etkiyi içeren  $x'_{i1}\pi_1$  terimiyle dolaylı etki şeklindedir. Buna karşılık,  $x_{i1}$  vektörü  $y_{i2}$  bağımlı değişkenini sadece gözlemlenemeyen etki aracılığıyla etkilemektedir.

Geleneksel sabit etkili ortalama regresyon modellerinde, gözlemlenemeyen etkiler ya ortalamadan arındırma ya da fark alma ile ortadan kaldırılabilir. Buna rağmen kantil regresyon modellerinde, kantiller doğrusal olmayan operatörler olduğu için bu durum

---

<sup>260</sup> Jason Abrevaya, Christian M. Dahl, "The Effects Of Birt Inputs On Birtweight: Evidence From Quantile Estimation on Panel Data", *Journal Of Business & Economic Statistics*, 26, 4, 2008, s.381.

geçerli değildir.<sup>261</sup> Örneğin herhangi bir  $\tau \in (0,1)$  için  $Q_\tau(\cdot|\cdot)$ 'nin  $\tau$ 'uncu koşullu kantil fonksiyonunu gösterdiği iki zaman döneminine ait gözlemi içeren durumda  $Q_\tau(y_{i2} - y_{i1}|x_i) \neq Q_\tau(y_{i2}|x_i) - Q_\tau(y_{i1}|x_i)$ 'dir. Özellikle farkı alınmış değişkenler, farkı alınmamış değişkenlerin konumlandığı koşullu kantiller hakkında artık bilgiyi barındırmaktadır.<sup>262</sup>

Abrevaya ve Dahl (2008) çalışmalarında Chamberlain'nin (1982, 1984) CRE modelini kantil regresyon modeline uyarlayarak dengeli panel veri için CRE panel kantil regresyon modelini geliştirmişlerdir. Herhangi bir  $\tau \in (0,1)$  için  $y_{it}$ 'nin koşullu  $\tau$ 'uncu kantili için CRE panel kantil regresyon model gösterimi aşağıdaki gibidir:<sup>263</sup>

$$Q_\tau(y_{it}|x_i) = x'_{it}\beta + \psi_\tau^t + x'_{i1}\pi_\tau^1 + \dots + x'_{iT}\pi_\tau^T + v_i + u_{it} \quad (3.28)$$

Yukarıda ifade edilen modelinin genel gösterimi ise;

$$Q_\tau(y_{it}|x_i) = x'_{it}\beta + \phi(x_i) + Q_\tau(v_i + u_{it}|x_i) \quad (3.29)$$

şeklinindedir. (3.29)'daki  $Q_\tau(v_i + u_{it}|x_i)$  terimi ile ilgili varsayımlar,  $Q_\tau(y_{it}|x_i)$  üzerinde  $x_{it}$ 'nin marjinal etkilerinin nasıl tanımlanabileceğini belirtmektedir. Aşağıda verilen sadeleştirilme varsayımları dikkate alınmaktadır.

**Varsayım 1:**  $v_i$  hata terimi  $x_i$ 'den bağımsızdır.

**Varsayım 2:**  $Q_\tau(u_{it}|x_i, v_i) = Q_\tau(u_{it}|x_{it})$ 'dir.

Varsayım 1, CRE'ye sahip olan doğrusal olmayan panel veri modellerinin tahmininde yaygın olarak kullanılmaktadır. Veri üretme süreci  $\phi(x_i)$  fonksiyonu aracılığıyla  $x_i$ 'nin  $y_{it}$  değişkenlerinin seviyesini etkilemesine izin verirken; Varsayım 1 sabit etki kantillerinin  $x_i$ 'e bağımlı olmadığını kısıtlamaktadır.  $u_{it}$  kantillerinin sadece  $x_{it}$  aracılığıyla  $x_i$ 'e bağımlı olduğunu söyleyen Varsayım 2,  $x_{it}$  ile ilgili değişen varyansın rastgele seçilmiş biçimlerine izin vermektedir.  $u$ 'nun geçmiş değerleri ile  $x$ 'in gelecek

<sup>261</sup> Nolan Ritter, "Beyond the Average Elasticity – Applying Quantile Panel Regression to German Household Mobility Data", *Ruhr Economic Working Papers*, No. 392, 2012, s.7.

<sup>262</sup> Ponomareva, a.g.m., s. 3.

<sup>263</sup> Abrevaya ve Dahl, a.g.m., s.393.

değerleri arasındaki ilişkilerin varlığı ya da gecikmeli bağımlı değişkenlerin varlığı bu varsayımı ihlal edeceği için, Varsayım 2 katı bir biçimde dışsal şekle dönüştürülmelidir.

Varsayım 1 ve 2 birlikte ele alındığında,<sup>264</sup>

$$Q_{\tau}(v_i + u_{it}|x_i) = Q_{\tau}(v_i + u_{it}|x_{it}) \equiv f_{\tau,t}(x_{it}) \quad (3.30)$$

olduğu belirtilmektedir.  $f_{\tau,t}(x_{it})$ 'deki  $t$  alt indisi,  $u_{it}$  ile  $x_{it}$  arasındaki ilişkinin  $t$  ile değişmesine izin vermektedir. Eğer bu ilişkinin bütün zaman dönemlerinde aynı olduğu varsayılırsa,  $t$  alt indisi ihmal edilerek  $f_{\tau}(x_{it})$  şekline dönüşmektedir. (3.30)'te verilen eşitlik (3.29)'deki model içerisine yerleştirildiğinde,

$$Q_{\tau}(y_{it}|x_i) = x'_{it}\beta + f_{\tau,t}(x_{it}) + \phi(x_i) \quad (3.31)$$

elde edilmektedir. Genellikle, hem  $f_{\tau,t}$  hem de  $\phi(x_i)$  fonksiyonları doğrusal olmayan fonksiyonlardır.

(3.26) ve (3.27)'da verilen denklemlerde  $(v_i, u_{i1}, u_{i2})$  hata terimlerinin  $x_{it}$ 'den bağımsız olduğu varsayılırsa, koşullu kantiller aşağıdaki şekli almaktadır.<sup>265</sup>

$$Q_{\tau}(y_{i1}) = \phi_{\tau}^1 + x'_{i1}(\beta_{\tau} + \pi_{\tau}^1) + x'_{i2}\pi_{\tau}^2 \quad (3.32)$$

$$Q_{\tau}(y_{i2}) = \phi_{\tau}^2 + x'_{i1}\pi_{\tau}^1 + x'_{i2}(\beta_{\tau} + \pi_{\tau}^2) \quad (3.33)$$

Burada  $\phi_{\tau}^1$  ve  $\phi_{\tau}^2$  her bir zaman dönemi için koşullu kantillerdeki konum değişimini göstermektedir.  $\pi_{\tau}^1$  terimi  $\tau$ 'uncu kantil için  $\pi_1$  gözlemlenemeyen etkiyi;  $\pi_{\tau}^2$  terimi  $\tau$ 'uncu kantil için  $\pi_2$  gözlemlenemeyen etkiyi belirtmektedir. Bağımsızlık varsayımı geçerli olmadığında, koşullu kantil fonksiyonları birçok durumda doğrusal olma biçimi kaybedecektir. Bu durum veri üretme sürecinde eşdeğişkenlerde doğrusal olsa bile, birçok yatay kesit kantil regresyon tahmininde geçerli olmayacaktır.

CRE panel kantil regresyon modelinde sabit katsayı tahmin edilmediği için tesadüfi parametre sorunuyla karşılaşmamaktadır. İhmal edilen etkiler bağımlı değişken üzerinde ölçek etkisine sahip olsa bile iyi performans gösterdiği belirtilmektedir. Bu

<sup>264</sup> Abrevaya ve Dahl, a.g.m., s.394.

<sup>265</sup> Shahidur R. Khandker, Zaid Bakht and Gayatri B. Koolwal, "The Poverty Impact of Rural Roads: Evidence from Bangladesh", *Economic Development and Cultural Change*, 57, 4, 2009, s. 712.

model, sabit katsayı ve açıklayıcı değişken arasındaki ilişkiyi her birimden bilgi olarak elde etmekte ve bunu doğru biçimde kullanarak rassal değerlerin elde edilmesini sağlamaktadır.<sup>266</sup>

### 3.2. DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELLERİ

İktisat ve istatistikteki ampirik çalışmalar, zaman boyunca gözlenen birimlerin yatay kesit araştırmalarını oluşturan yeni veri kaynakları sayesinde önemli boyutlara ulaşmaktadır. Panel veri olarak adlandırılan bu veriler farklı zaman noktaları için bireysel gözlemleri dikkate almakta ve bu örneklemdaki her bir bireysel veri için birden çok gözlemi içerisinde barındırmaktadır. Ayrıca bu veriler, sadece yatay kesit ya da zaman serisi verileri kullanılarak tanımlanamayan daha gerçekçi davranış modellerinin oluşturulmasına ve test edilmesine olanak sağlamaktadır. Panel verilerin kullanılabilirliği yeni ekonometrik konuların ortaya çıkmasını sağlamak ve araştırmacıları bu verilerin kullanıldığı yeni yöntemlerin ve prosedürlerin tasarlanmasına teşvik etmektedir. Yeni yöntemler arasında yer alan panel veri modellerinin kantil regresyon çerçevesinde kullanılması literatürde büyük ilgi uyandırmaktadır.

Ekonometrik uygulamalarda, dinamik ilişkilerin modellenmesi ve panel verinin kullanılabilirliği genellikle gecikmeli bağımlı değişkenleri içeren dinamik model spesifikasyonlarını önermektedir. Çünkü araştırmacılar dinamik özellikteki davranışsal ilişkileri yani gecikmeli bağımlı değişkenleri içeren modelleri tahmin etmek için panel veri kullanımını tercih etmektedir.

Geleneksel dinamik panel veri modellerinde tahmincilerin tutarlığı, dinamik sürecin başlangıç koşulları hakkındaki varsayımlara dayanmaktadır. Nickell (1981) çalışmasında panel verinin  $T$  zaman dönem boyutu kısa olduğu durumda, sabit etkili dinamik panel veri modellerindeki en küçük kareler tahmincilerinin yanlı olduğu bulgusuna ulaşmıştır.<sup>267</sup> Buna ek olarak Anderson ve Hsiao (1981), sabit ya da rassal etkili dinamik panel veri modeli için en küçük kareler ve grup içi tahmincilerinin yanlı ve

---

<sup>266</sup> Bache, Dahl, Kristensen, a.g.m., s.1604.

<sup>267</sup> Nickell, a.g.m., s1418.

tutarsız olduğunu göstermiştir.<sup>268</sup> Yazarlar, başlangıç koşullarından bağımsız olan basit bir tutarlı tahmincinin, gecikmeli bağımlı değişkenin araç olarak kullanıldığı araç değişken tahmincisi olduğunu belirtmektedir. Arellano ve Bond (1991) ise, bu araç değişken tahmincilerinin sınıfını genelleştirilmiş momentler tahmin yöntemini kullanarak genişletmişlerdir.<sup>269</sup>

Galvao (2009) çalışmasında, dinamik panel veri modelleri ile kantil regresyon yaklaşımının birleşiminden oluşan dinamik panel kantil regresyon (*Dynamic Panel Quantile Regression – DPQR*) modellerini geliştirmiştir. Bu yaklaşım, Koenker (2004) tarafından önerilen PQRFE modellerinin dinamik panel veri modellerine uyarlanmış şeklidir.

### 3.2.1. Sabit Etkili Dinamik Panel Kantil Regresyon Modeli

Dinamik özellikteki davranışsal ilişkileri yani gecikmeli bağımlı değişkenleri içeren modelleri tahmin etmek için kullanılan panel veri modelleri bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kantil regresyon yöntemleri, zayıf dağılımsal varsayımlar altında koşullu heterojenitenin farklı biçimlerini ortaya çıkaran koşullu kantil aralığının incelenmesine izin vermekte ve robust tahmincilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, bağımsız değişkenlerin dinamik özelliklerini dikkate alan kantil regresyon modelleri, eşdeğişkenlerin bağımlı değişkenin konumunu, ölçeğini ve biçimini nasıl etkilediğinin incelenmesi için sistematik bir strateji sunmaktadır. Ayrıca bağımlı değişken dinamiklerindeki heterojenitenin farklı biçimlerini ortaya çıkarmaktadır.<sup>270</sup>

Panel veri modellerinde  $T$  zaman dönem sayısı küçük olduğunda, sabit etkili dinamik panel veri modellerinin geleneksel kantil regresyon tahminleri en küçük kareler durumunda görülen benzer yanlılık etkilerine maruz kalmaktadır. Yanlılığın azaltılması için en küçük kareler stratejilerine olan güvenin iki nedenden ötürü kantil regresyon

---

<sup>268</sup> T. W. Anderson and Cheng Hsiao, “Estimation of Dynamic Models with Error Components”, *Journal of the American Statistical Association*, 76, 375, 1981, s.605.

<sup>269</sup> Manuel Arellano and Stephen Bond, “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations”, *The Review of Economic Studies*, 58, 2, 1991, s.283.

<sup>270</sup> Roger Koenker, Zhijie Xiao, “Quantile Autoregression”, *Journal of the American Statistical Association*, 101, 475, 2006, s.980.



durumunda tatmin edici olmadığı görülmektedir. Birincisi, ya zamansal olarak ya da birim ortalamalardan sapmalar yoluyla yapılan dönüşümlerdeki fark alma işlemi kantil regresyon uygulamalarında geçerli değildir. Koşullu ortalama modelleri bağlamında bütünüyle zararsız olan doğrusal dönüşümler, kantil regresyon modellerinde oldukça büyük sorunlara neden olabilmektedir. İkincisi, araç değişkenler yönteminin kullanımını yeniden düşünmek gerekmektedir. Sabit etkiler tahmincisini hesaplamak için kantil regresyon modelinin dönüştürülmesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Sabit etkilerin sayısı büyük olduğu durumda kantil regresyon modelinin doğrudan tahminini yapmak için, modern seyrek doğrusal cebiri kullanan iç nokta optimizasyon yöntemlerinin oldukça etkili olduğu dikkat çekmektedir.<sup>271</sup>

Birime özgü sabit etkilerin dâhil edildiği sabit etkili dinamik panel kantil regresyon (*Dynamic Panel Quantile Regression with Fixed Effects – DPQRFE*) modelinin açıklanması için öncelikle aşağıda verilen klasik sabit etkili dinamik panel veri modeli ele alınmaktadır:<sup>272</sup>

$$y_{it} = \eta_i + \alpha y_{it-1} + x'_{it}\beta + u_{it} \quad i = 1,2, \dots N, t = 1,2, \dots T \quad (3.34)$$

Burada  $y_{it}$  bağımlı değişkeni;  $\eta$  birime özgü sabit etkileri;  $y_{it-1}$  bağımlı değişkenin gecikmesini,  $x_{it}$  açıklayıcı eşdeğişkenlerin  $p$ -boyutlu vektörünü ve  $u_{it}$  hata terimi yani şokları göstermektedir.

(3.34)'de verilen modelin  $0 < \tau < 1$  için,  $i$ ' inci birim üzerindeki  $t$ ' inci gözlemin tepkisinin  $\tau$ 'uncu koşullu kantil fonksiyonu gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$Q_{y_{it}}(\tau | y_{it-1}, x_{it}) = \eta_i + \alpha(\tau) y_{it-1} + x'_{it}\beta(\tau) \quad (3.35)$$

Yukarıda verilen modelde,  $(y_{it-1}, x_{it})$  eşdeğişkenlerin etkilileri ilgili  $\tau$  kantiline bağlı iken;  $\eta_i$  birime özgü sabit etkilerin  $\tau$  kantiline bağlı olmadığı görülmektedir. Birçok uygulamada,  $T$  zaman dönem sayısının  $N$  birim sayısı ile karşılaştırıldığında nispeten daha küçük olduğu görülmektedir.  $\eta$  parametresi birime özgü değişkenliğin kaynağının ya da diğer eşdeğişkenler tarafından yeterince kontrol edilemeyen “gözlemlenemeyen

<sup>271</sup> Antonio F. Galvao Jr., “Quantile Regression For Dynamic Panel Data With Fixed Effects”, *Journal of Econometrics*, 164, 1, 2011, s.142-143.

<sup>272</sup>Galvao, 2011, a.g.m., s.143.

heterojenitenin” yakalanması için kullanılmaktadır.  $\tau$ 'ya bağlı dağılımsal birim etkilerin tahmin edilmesi zor olduğu için birime özgü etkilerin tahminleri kantiller boyunca  $\tau$ 'dan bağımsız olacak şekilde kısıtlanmaktadır.<sup>273</sup>

DPQRFE tahmincilerini elde etmek için, Koenker'in (2004) geliştirdiği PQRFE yaklaşımı dikkate alınarak eşzamanlı olarak birçok kantil için (3.35)'de verilen modelin tahmini aşağıdaki gibidir:

$$(\hat{\eta}, \hat{\alpha}, \hat{\beta}) = \min_{\eta, \alpha, \beta} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T w_j \rho_{\tau_j} (y_{it} - \eta_i - \alpha(\tau_j)y_{it-1} - x'_{it}\beta(\tau_j)) \quad (3.36)$$

Burada  $\rho_{\tau}(u) = u(\tau - I(u < 0))$  kantil kayıp fonksiyonunu göstermektedir.  $w_j$  ağırlıkları  $\eta_i$  parametrelerinin tahmini üzerindeki  $J$  tane kantilin  $\{\tau_1, \dots, \tau_J\}$  nispi etkisini kontrol etmektedir.

Gecikmeli bağımlı değişkenlerin açıklayıcı değişken olarak modele dâhil edildiğinde, (3.36)'daki DPQRFE tahmincilerinin, tıpkı EKK durumunda olduğu gibi, yanlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Dinamik panel veri modellerinin en küçük kareler tahmininde, dinamik sürecin gözlemlenemeyen başlangıç değerlerinde bir yanlılık oluşturduğu aşikârdır. Büyük paneller için, başlangıç koşullarıyla ilişkili etkinin  $O(T^{-1})$  olduğu görülmekte ve bu nedenle göz ardı edilebilmektedir. Galvao (2011) çalışmasında, Monte Carlo simülasyon çalışmaları yardımıyla grup içi ve PQRFE tahmincilerindeki dinamik yanlılıkları değerlendirmiş ve  $T$  zaman dönem boyutu küçük olduğu durumda, PQRFE tahmincilerinin en küçük kareler durumunda görülen benzer yanlılık etkisine maruz kaldığı sonucuna ulaşmıştır.<sup>274</sup>

Sabit etkili kantil regresyon modellerindeki dinamik yanlılığın azaltılması için, Chernozhukov ve Hansen (2006, 2008) tarafından ortaya atılan gecikmeli açıklayıcı değişkenler ya da açıklayıcı değişkenlerin gecikmeli farklarının araç olarak kullanıldığı araç değişkenli kantil regresyon yönteminin kullanılmasını önermektedir.<sup>275</sup> Dolayısıyla,

---

<sup>273</sup> Galvao, 2011, a.g.m., s.143.

<sup>274</sup> Galvao, 2011, a.g.m., s.143.

<sup>275</sup> Galvao, 2011, a.g.m., s.143.

dinamik panel veri için kullanılan geleneksel araç değişken kavramı ile kantil regresyon araç değişken yaklaşımı birleştirilmektedir.

### **3.2.1.1. Araç Değişkenli Dinamik Panel Kantil Regresyon Tahmin Yöntemi**

$N$  yatay kesit sayısı  $T$  zaman dönemleri sayısından büyük olduğunda, dinamik ortalama regresyon modellerindeki sabit etkiler tahmincisi yanlı olmaktadır. Hahn ve Kuersteiner (2002) ve Alvarez ve Arellano (2003) çalışmalarında,  $T \rightarrow \infty$  olduğunda sabit etkiler tahmincisi tutarlı olsa bile,  $N \rightarrow \infty$  olduğunda sabit etkiler tahmincisinin asimtotik dağılımının asimtotik yanlılık içerebildiğini göstermiştir.  $N$  ve  $T$ 'nin artan nispi hızlarına bağlı olarak, özellikle  $\frac{N}{T} \rightarrow 0$  olmadığı sürece, yanlılık teriminin ihmal edilemeyeceği belirtilmiştir.<sup>276</sup>

$T$ 'nin sabit ve  $N$ 'nin büyük olduğu EKK tahmincisinin tutarsızlığı araç değişken tahmin yöntemine odaklanılmasına neden olmaktadır. Araç değişken tahmin yöntemleri başlangıç koşullarından bağımsız olarak dinamik panel veri modelleri için tutarlı tahminciler üretebilmektedir. Bu tahminciler, gecikmeli açıklayıcı değişkenler ya da açıklayıcı değişkenlerin gecikmeli farklarının ilave edilen açıklayıcı değişkenlerle korelasyonlu iken hata terimleriyle korelasyonsuz olduğu fikrini temel almaktadır. Dolayısıyla  $z_{it}$  olarak tanımlanan geçerli araç değişkenler model içerisinden temin edilebilmekte ve araç değişken yöntemi ile ilgili parametrelerin tahmin edilmesinde kullanılabilirlerdir.

Birime özgü sabit etkileri içeren DPQR modelinin tahmini, gözlemlenmeyen başlangıç koşulları ile karmaşık bir hal almaktadır. En küçük kareler dinamik panel veri uygulamalarında, modelin ilk farkının alınması sabit etkileri ele almak için kullanılan klasik hesaplama stratejisi olarak bilinmektedir. Daha sonra klasik iki aşamalı en küçük kareler araç değişken yaklaşımı uygulanarak dönüştürülmüş modelden ilgili parametreler hesaplanabilmektedir. Bununla birlikte, bu tür dönüşümlerin kullanılması ilgili parametreler için tutarlı standart hataların tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır. Kantil regresyon yaklaşımında ise, sabit etkileri ortadan kaldırmak için yapılan bu tür

---

<sup>276</sup> Antonio F. Galvao, "Quantile Regression for Dynamic Panel Data", y.y., 2009, s.4. <http://epge.fgv.br/finrio/myreview/FILES/CR2/p22.pdf> (18.06.2016)

dönüşümler geçerli değildir. Kantil regresyon modellerinde sabit etkileri ortadan kaldırmak yerine sabit etkilerin dâhil olduğu modelin tamamının ele alınması gerekmektedir. DPQRFE modelindeki tahminlerin yanlılığını azaltmak ve çıkarım yapmak için araç değişken tahmin yöntemleri kullanılmaktadır.

DPQR modeli için yanlılık sorunu, gecikmeli  $y$ 'nin belirlenmesini etkileyen fakat hata terimlerinden bağımsız olan  $z$  araç değişken kullanımı yardımıyla düzeltilebilmektedir. Galvao (2009) çalışmasında, birime özgü sabit etkileri içeren araç değişkenli dinamik panel kantil regresyon (*Quantile Regression Dynamic Panel Data Instrumental Variables – QRDPIV*) tahmin yöntemini geliştirmiştir. (3.36)'da verilen DPQRFE modelindeki durum bağımlılık parametresinin yanlılığının azaltılması için Chernozhukov ve Hansen (2006, 2008) tarafından geliştirilen araç değişkenli kantil regresyon (*Instrumental Variables Quantile Regression – IVQR*) tahmin yöntemi kullanılmaktadır.  $z_{it}$  araç değişkenlerin kullanılabilirliği varsayılarak, tahminciler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:<sup>277</sup>

$$\hat{\alpha} = \min_{\alpha} \|\hat{\gamma}(\alpha)\|_A \quad (3.37)$$

Burada  $(\hat{\eta}(\alpha), \hat{\beta}(\alpha), \hat{\gamma}(\alpha))$  için  $\|x\|_A = \sqrt{x'Ax}$  ve  $A$ 'nın pozitif tanımlı matris olduğu dikkate alınarak aşağıdaki gibi çözülmektedir:

$$\min_{\eta, \alpha, \beta} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T w_j \rho_{\tau_j} (y_{it} - \eta_i - \alpha(\tau_j) y_{it-1} - x'_{it} \beta(\tau_j) - z'_{it} \gamma(\tau_j)) \quad (3.38)$$

Dolayısıyla, ilgilenilen son parametre tahminleri şu şekildedir:

$$\hat{\theta}(\tau) \equiv (\hat{\alpha}(\tau), \hat{\beta}(\tau)) \equiv (\hat{\alpha}(\tau), \hat{\beta}(\tau), \tau) \quad (3.39)$$

$z$  geçerli bir araç değişken ve  $u$ 'dan bağımsız olduğu için, tahminin altında yatan düşünce sıfır katsayısına sahip olduğudur. (3.39)'deki tahminciyi elde etmek için, (3.38)'de verilen sıradan kantil regresyon aşamasında  $z$ 'deki  $\gamma(\alpha, \tau)$  katsayı değerinin mümkün olduğunca sıfıra yakın olacağı şekilde (3.37)'taki ters aşama vasıtasıyla  $\alpha$  ve  $\beta$  için parametre değerleri bulunmaktadır. Dolayısıyla,  $z_{it}$  değişken katsayısı minimize edilerek  $\alpha$ 'nın tahmincisi iyileştirilebilmektedir. (3.35)'deki  $y_{it-1}$ 'in dâhil edilmesiyle

<sup>277</sup> Galvao, 2011, a.g.m., s.144.

ortaya çıkan yanlılık,  $y_{it}$ 'nin belirlenmesini etkileyen fakat  $u_{it}$ 'den bağımsız olan  $z_{it}$  araç değişken varlığı yardımıyla azaltılmaktadır. Araç değişken olarak ele alınan  $y$ 'nin iki ya da daha fazla dönem gecikmelerinin (veya farklarının) değerleri ve/veya  $x$  açıklayıcı değişkenlerin gecikmeleri, gecikmeli  $y$ 'nin belirlenmesini etkilemekte fakat  $u$ 'dan bağımsız olmaktadır. Dolayısıyla bu değişkenler, QRDPIV tahmin yöntemi ile  $\alpha$  ve  $\beta$ 'yi tahmin etmek için kullanılan geçerli araç değişken olarak tanımlanmaktadır.

QRDPIV tahmin yönteminin uygulanmasıyla aşağıda verilen amaç fonksiyonu minimize edilmektedir:<sup>278</sup>

$$V_{NT}(\tau, \eta_i, \alpha, \beta, \gamma) := \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T w_j \rho_{\tau_j}(y_{it} - \eta_i - \alpha(\tau_j)y_{it-1} - x'_{it}\beta(\tau_j) - z'_{it}\gamma(\tau_j)) \quad (3.40)$$

Burada  $y_{it-1}$  içsel değişkenlerin  $dim(\alpha)$  boyutlu vektörünü,  $\eta_i$  sabit etkileri,  $x_{it}$  dışsal açıklayıcı değişkenlerin  $dim(\beta)$  boyutlu vektörünü ve  $z_{it}$ ,  $dim(\gamma) \geq dim(\alpha)$  olduğu yerdeki, araç değişkenlerin  $dim(\gamma)$  boyutlu vektörünü göstermektedir.

Galvao (2011) çalışmasında, QRDPIV tahmin yöntemi yardımıyla koşullu yoğunluk fonksiyonları ve tahmin aralıklarının nasıl oluşturulacağını açıklamaktadır. Bununla birlikte yapılan Monte Carlo simülasyonları, dinamik panel veri için IVQR yaklaşımının dinamik yanlılığını keskin bir şekilde azalttığını ve özellikle hata terimlerinin kalın kuyruklu olduğunda avantajlı olduğunu kanıtlamaktadır. Tahmin aralıkları için elde edilen ampirik düzeylerin nominal ve teorik düzeylere oldukça yakın olduğu bulgusuna ulaşılmaktadır.<sup>279</sup>

### 3.2.1.2. Cezalandırılmış Sabit Etkili Araç Değişken Kantil Regresyon Tahmin Yöntemi

Galvao'nun (2009) geliştirdiği DPQR modeli, Koenker'in (2004) statik kantil regresyon modelleri için önerilen PQRFE modelinin dinamik panel veri modelleri formuna dönüştürülmüş şeklini oluşturmaktadır. Koenker (2004) çalışmasında, birime özgü etkilerin tıpkı rassal etkiler Gaussian modellerinde olduğu gibi ortak bir değere

<sup>278</sup>Galvao, 2011,a.g.m., s.144.

<sup>279</sup>Galvao, 2011,a.g.m., s.152.

daraltılması yaklaşımını dikkate almaktadır. Özellikle  $N$ 'nin  $T$ 'ye göre büyük olduğu durumda, daraltma yönteminin çok sayıda birime özgü parametre tahminiyle ortaya çıkan değişkenliğin kontrol edilmesinde kullanışlı olduğunu savunmaktadır. Buna ek olarak, sabit etkilerin daraltılmasının tahmin edilecek parametre sayısını etkili bir şekilde azalttığını ve parametre yanlılığını önlediğini belirtmektedir. Buna karşılık, Galvao (2009) çalışmasında, daraltmanın yokluğunda yanlılığın azaltılması ve modelin tahmin edilmesi için araç değişkenli kantil regresyon yaklaşımını önermekte ve DPQR modellerinde karşılaşılan dinamik süreç yanlılığını, Chernozhukov ve Hansen'in (2006, 2008) geliştirdiği IVQR yaklaşımı ile iyileştirmektedir.

Dinamik panel veri modellerinin standart araç değişken tahmininde, araçların iki önemli durumda daha az bilgilendirici olduğu görülmektedir. İlk durum, otoregresif parametrelerin bire doğru arttığında meydana gelmektedir. Otoregresif katsayı bire yakın olduğunda veya birden biraz küçük olsa bile, gecikmeli değişkenlerden oluşturulan araç değişkenlerin zayıf olma eğilimi gösterdiği iddia edilmektedir. İkinci durum ise, sabit etkilerin varyansı arttığında meydana gelmektedir. Her iki durumda da, araç değişken olarak gecikmeli bağımlı değişken kullanımı zayıf araçların üretilmesine neden olmaktadır. Yapılan simülasyon çalışmaları, araç değişkenlere dayanan klasik tahmincilerin büyük sonlu yanlılık ve zayıf duyarlılık gösterdiğini kanıtlamaktadır.<sup>280</sup> DPQRFE modellerinde de benzer durumla karşılaşabilmektedir. DPQRFE modellerindeki araç değişken tahmini otoregresif parametreler bire doğru arttığında ve sabit etkilerin değişkenliği arttığında, daha az bilgilendirici hale gelmektedir. Bu gibi durumlarda,  $y$ 'nin gecikmesi ya da gecikmeli farklarından elde edilen araçlar kötü performans göstermektedir. Buna ek olarak birim etki tahminleri, eşdeğişken etkilerinin tahmincilerinin değişkenliğini arttırmaktadır.<sup>281</sup>

Kantil regresyon yaklaşımında sabit etkileri ortadan kaldıracak herhangi bir dönüşümün olmadığı belirtilmektedir. Bu içsel zorluk Koenker ve Hallock (2000) tarafından "Rassal değişkenlerin evrişimlerinin kantilleri kolay kontrol edilemeyen nesnelere ve Gaussian modellerdeki ilk fark alma stratejileri bazen beklenmeyen

---

<sup>280</sup> Arellano, a.g.e., s. 88-95.

<sup>281</sup> Antonio F. Galvao, Gabriel V. Monte-Rojas, "Penalized Quantile Regression For Dynamic Panel Data", *Journal of Statistical Planning and Inference*, 140, 11, 2010, s. 3479, ss.3476-3497.

etkilere neden olmaktadır.” şeklinde açıklanmıştır.<sup>282</sup> Bu nedenle, sabit etkiler tahminlerinin de dikkate alındığı modelin tamamının ele alınması gerekmektedir.  $N$  boyutunun sonsuza doğru gitme eğiliminde olduğu ve  $\eta_i$  birime özgü etkilerin varlığında, DPQRFE modellerinde tesadüfi parametre sorunu<sup>\*\*\*</sup> ile karşılaşılmaktadır.  $T$  zaman boyutu  $N$  birim boyutuna göre küçük olduğu zaman, açıklayıcı değişken olarak gecikmeli bağımlı değişkenin varlığında meydana gelen tesadüfi parametre sorunundan dolayı DPQRFE tahminçileri grup-içi en küçük kareler tahminçisi durumunda olduğu gibi yanlı olabilmektedir.

Bu sorunların giderilmesi için, Galvao ve Monte-Rojas (2010) dinamik panel veriler için cezalandırılmış sabit etkili araç değişken kantil regresyon (*Penalized Instrumental Variables Quantile Regression with Fixed Effects* – PIVQRFE) tahmin yöntemini geliştirmiştir. Geliştirilen bu tahmin yöntemi, Koenker’in (2004) çalışmasında yer alan sabit etkilerin  $\ell_1$  ceza terimi ile daraltıldığı yaklaşım ile Chernozhukov ve Hansen’in (2006, 2008) geliştirdiği IVQR yaklaşımının birleşiminden oluşmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, daraltma yönteminin genellikle model seçimi için kullanıldığı görülmektedir. Özellikle, Tibshirani (1996) tarafından tanımlanan Lasso regresyon olarak da bilinen  $\ell_1$  ceza terimi doğru modelin tutarlı olarak tanımlandığı bir yöntem olarak önerilmiştir.<sup>283</sup> Galvao ve Monte-Rojas (2010) çalışmalarında, ceza terimiyle yapılan daraltmanın herhangi bir sabit etkili model seçimini içermediğini vurgulamaktadır. Bunun nedeni olarak, çalışmalarında doğru modelin tüm açıklayıcı değişkenler ve özellikle bağımlı değişkenin gecikmesi ile ilişkili olduğu sabit etkileri içeren modelin olduğu savunulmaktadır.<sup>284</sup> Daraltma yönteminin araç değişkenli dinamik panel kantil regresyon tahminçilerinin özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanıldığını belirtmektedir. Ceza terimi yardımıyla yanlılık azaltılmakta ve araç değişken

---

<sup>282</sup> Adam M. Rosen, “Set Identification Via Quantile Restrictions In Short Panels”, *Journal of Econometrics*, 166, 1, 2012, s.127.

<sup>\*\*\*</sup>Tesadüfi parametre sorunu gözlemlenemeyen zamanla değişmeyen heterojenitenin kontrol edilmesi için birime özgü etkilerin dahil edildiği doğrusal olmayan ve dinamik panel veri modellerinin tahmininde ortaya çıkmaktadır.

<sup>283</sup> Hansheng Wang, Guodong Li and Guohua Jiang, “Robust Regression Shrinkage and Consistent Variable Selection through the LAD-Lasso”, *Journal of Business & Economic Statistics*, 25, 3, 2007, s.348, ss. 347-355

<sup>284</sup>Galvao ve Monte-Rojas, a.g.m., s. 3477.



tahmincilerinin etkinliği arttırılmaktadır. Çünkü birim etkilerin ortak bir değere doğru daraltılması ya da düzenlenmesi gözlemlenemeyen birim heterojenitenin varlığından kaynaklanan etkinin ortadan kaldırılmasına yardımcı olabilmektedir. Dolayısıyla sabit etkilerin daraltılması dinamik panel yanlılık sorununun üstesinden gelmeye yardımcı olabilmektedir.<sup>285</sup>

Birime özgü sabit etkilerin dikkate alındığı (3.36)'daki DPQRFE modeli Koenker (2004)'in çalışmasında  $\ell_1$  ceza teriminin kullanıldığı daraltma yöntemi yardımıyla eşzamanlı olarak birçok kantil için aşağıdaki gibi tahmin edilmektedir:<sup>286</sup>

$$\min_{\eta, \beta, \gamma} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T w_j \rho_{\tau} \left( y_{it} - c'_{it} \eta - \alpha(\tau_j) y_{it-1} - x'_{it} \beta(\tau_j) \right) + \lambda \sum_{i=1}^N |\eta_i| \quad (3.41)$$

Burada  $y_{it}$  bağımlı değişkeni,  $y_{it-1}$  gecikmeli bağımlı değişkeni,  $x_{it}$  açıklayıcı değişkenleri,  $c_{it}$  sabit etkilerin tanımlandığı yardımcı değişkeni ifade etmektedir.  $c_{it}$  yardımcı değişkeni ve  $j = 1, \dots, J$  kantilleri için ağırlıkların kümesi olan  $w_j$  terimi birlikte tahmin edilmektedir. Yukarıdaki modelin tahmini  $(\hat{\eta}(\lambda), \hat{\alpha}(\lambda), \hat{\beta}(\lambda))$  cezalandırılmış sabit etkili dinamik panel kantil regresyon (*Penalized Dynamic Panel Quantile Regression With Fixed Effect – PDPQRFE*) tahmincilerini vermektedir.

(3.41)'deki modelde sadece sabit etkileri etkileyen  $\lambda \geq 0$  ceza terimi kullanılmaktadır.  $\lambda \rightarrow 0$  olduğunda PDPQRFE tahmincileri DPQRFE tahmincisi haline gelirken; bütün  $i = 1, \dots, N$  için  $\eta_i \rightarrow 0$  ve  $\lambda \rightarrow \infty$  olduğunda sabit etkilerden arındırılan model elde edilmektedir. Knight ve Fu'nun (2000) çalışmalarında olduğu gibi,  $\lambda$ 'nın örneklem büyüklüğüyle değişmesine izin verilerek, PDPQRFE'nin asimtotik dağılımı elde edilebilmektedir. Koenker'in (2004) çalışmasında yer alan Teorem 2'deki durum sağlandığında, yani  $\lambda_T / \sqrt{T} \rightarrow \lambda \geq 0$  için PDPQRFE asimtotik olarak Gaussiandır. Eğer  $\lambda_0 = 0$  ise, PDPQRFE tahmincisi asimtotik olarak yansızdır; aksi halde asimtotik yanlı olacaktır ve yanlılık  $\lambda_0$ 'nın büyüklüğüne ve  $\eta_i$ 'nin işaretine bağlı olacaktır.<sup>287</sup>

<sup>285</sup> Galvao ve Monte-Rojas, a.g.m, s. 3479..

<sup>286</sup> Galvao ve Monte-Rojas, a.g.m, s. 3480..

<sup>287</sup> Galvao ve Monte-Rojas, a.g.m, s. 3480.

(3.41)'de verilen model Chernozhukov ve Hansen'in (2006, 2008) geliştirdiği IVQR yaklaşımı dikkate alınarak aşağıdaki gibi tahmin edilmektedir. Sonuç olarak,  $z_{it}$  araç değişken varlığında cezalandırılmış sabit etkili araç değişken kantil regresyon (*Penalized Instrumental Variables Quantile Regression with Fixed Effects – PIVQRFE*) tahmincisi şöyle tanımlanmaktadır:<sup>288</sup>

$$\hat{\alpha}(\lambda) = \min_{\alpha} \|\hat{\gamma}(\alpha, \lambda)\|_A \quad (3.42)$$

Burada  $(\hat{\eta}(\alpha, \lambda), \hat{\beta}(\alpha, \lambda), \hat{\gamma}(\alpha, \lambda))$  için  $\|x\|_A = \sqrt{x'Ax}$  ve  $A$ 'nın pozitif tanımlı matris olduğu dikkate alınarak aşağıdaki gibi çözülmektedir:

$$\min_{\eta, \beta, \gamma} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T w_j \rho_{\tau}(y_{it} - c'_{it}\eta - \alpha(\tau_j)y_{it-1} - x'_{it}\beta(\tau_j) - z'_{it}\gamma(\tau_j)) + \lambda \sum_{i=1}^N |\eta_i| \quad (3.43)$$

Dolayısıyla, ilgilenilen son parametre tahminleri şu şekildedir:

$$\hat{\theta}(\tau, \lambda) \equiv (\hat{\alpha}(\tau, \lambda), \hat{\beta}(\tau, \lambda)) \equiv (\hat{\alpha}(\tau, \lambda), \hat{\beta}(\tau, \lambda), \tau, \lambda) \quad (3.44)$$

Burada  $\hat{\theta}(\lambda) = (\hat{\theta}(\tau_1, \lambda)', \dots, \hat{\theta}(\tau_J, \lambda)')$ 'dir.

$\lambda = 0$  için Galvao'nun (2009) önerdiği birime özgü sabit etkileri içeren QRDPIV tahmincisi elde edilmektedir. DPQRFE tahmincisindeki dinamik yanlılığı azaltmak için, açıklayıcı değişkenlerin gecikmesi ya da gecikmeli farklarının araç olarak ele alındığı Chernozhukov ve Hansen'in (2006,2008) IVQR yönteminin cezalandırılmış panel veri versiyonu kullanılmaktadır. Araçlar hariç tutulduğunda, bu PDPQRFE halini alacaktır. Dolayısıyla, bu model otoregresif parametrelerin yüksek değerlerinin varlığındaki zayıf araç sorununu çözmek için her iki modeli birleştirmektedir.

Daraltma yöntemi uygulanırken ayar parametresinin seçiminin önemi önceki çalışmalarda vurgulanmıştır. Uygulamada,  $\lambda$  ayar parametresi genel olarak genelleştirilmiş çapraz geçerlilik ölçütü minimize ederek seçilmektedir. Galvao ve Monte-Rojas (2010) çalışmalarında PIVQRFE tahmininde ayar parametresi seçiminin

<sup>288</sup>Galvao ve Monte-Rojas, a.g.m, s.3480.

oldukça önemli olduğunu yinelemekte ve parametre seçimine ilişkin iki yöntem önermektedir.

Yöntemlerden ilki için literatürde yer alan Koenker vd. (1994), Wang vd. (2007a,b) ve Li & Zhu (2008) çalışmalarının incelenmesinin ardından  $\lambda$  ayar parametresi seçimi için BIC ölçütü önerilmektedir. En uygun ayar parametresinin seçimi aşağıdaki ifadenin minimize edilmesiyle elde edilmektedir:<sup>289</sup>

$$BIC_1(p_\lambda) = \log \hat{\sigma}_\lambda + \frac{1}{2} (NT)^{-1} p_\lambda \log NT \quad (3.45)$$

Burada  $p_\lambda$  terimi  $\lambda$  ceza parametresiyle uygun modelin etkin boyutunun ölçüsünü göstermekte ve  $\hat{\sigma}_\lambda = NT^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \rho_\tau(y_{it} - c'_{it} \hat{\eta}(\lambda) - \hat{\alpha}(\lambda) y_{it-1} + x'_{it} \hat{\beta}(\lambda) - z'_{it} \hat{\gamma}(\lambda))'$  dır.

İkinci yöntem için, Wang ve Leng (2007)'nin en küçük kare yaklaşımını dikkate alınmaktadır. Optimal ayar parametresi seçimi aşağıdaki gibidir:

$$BIC_2(p_\lambda) = (\hat{\theta}_\lambda - \tilde{\theta})' \hat{\Sigma}^{-1} (\hat{\theta}_\lambda - \tilde{\theta}) + (NT)^{-1} p_\lambda \log NT \quad (3.46)$$

Burada  $\hat{\theta}_\lambda$  terimi belirli  $\lambda$  için cezalandırılmış tahmini ve  $\tilde{\theta}$  terimi  $\hat{\Sigma}$  kovaryans matrisi ile cezalandırılmamış tahmini göstermektedir. Çalışmalarında sırasıyla araç değişkenli ve araç değişkensiz modeller için IVQRFE ve DPQRFE tahminleri için  $\tilde{\theta}$  değeri belirlenmektedir. Her iki durumda da cezalandırılmamış kovaryans matrisi kullanılmaktadır. Buna ek olarak, PDPQRFE ve PIVQRFE tahminleri için  $\hat{\theta}_\lambda$  kullanılmaktadır.

(3.45) ve (3.46) denklemlerindeki ikinci terim kesişmektedir; yani, her ikisinde de  $\ell_1$  ceza terimi kesişmektedir.  $BIC_1$  ölçütünün ilk terimi kantil regresyon probleminin kayıp fonksiyonuna dayandırılmakta iken;  $BIC_2$  ölçütü en küçük kareler kayıp fonksiyonuna dayandırılmaktadır.

Yapılan Monte Carlo simülasyon çalışmaları sonucunda, ceza terimi yardımıyla dinamik yanlılığın azaltıldığı ve kantil regresyon tahmincilerinin etkinliklerinin artırıldığı kanıtlarına ulaşılmaktadır. Çünkü sabit etkilerin ortak bir değere doğru

<sup>289</sup>Galvao ve Monte-Rojas, a.g.m, s.3482.

daraltılması ya da düzeltilmesi gözlemlenemeyen birim heterojenite varlığı tarafından ortaya çıkan dinamik panel yanlılığın yumuşatılmasına yardımcı olmaktadır. Sabit etkiler bütünüyle daraltıldığında, dinamik panel veri modellerindeki gecikmeli bağımlı değişken için araç değişken kullanımına gerek duyulmadığı belirtilmektedir. Çalışmada, daraltmanın endojenite ve zayıf araçlı modellerdeki olası yanlılığın azaltılmasında yardımcı olduğu savunulmaktadır. Dinamik panel kantil regresyon yaklaşımı bağlamında sabit etkilerin daraltılması zayıf araç problemiyle ilişkili olan dinamik yanlılığın üstesinden gelinmesine yardımcı olabilmektedir. Elde edilen bu bulgular, cezalandırılmış optimizasyon yaklaşımının doğrusal olmayan sabit etkili modellerdeki yanlılığın büyük ölçüde azaltıldığını gösteren Bester ve Hansen (2009), Arellano ve Hahn (2006) çalışmalarına paralellik sağlamaktadır.

### 3.3. LİTERATÜRDE YER ALAN PANEL KANTİL VE DİNAMİK PANEL KANTİL ÇALIŞMALARI

Panel kantil ve dinamik panel kantil regresyon teknikleri özellikle son yıllarda literatürde sıklıkla tercih edilen modeller arasında yer almaktadır. Dağılımın heterojenliğini dikkate alan kantil regresyon modelleri, araştırmacılara bağımlı değişkenin koşullu dağılımında açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin net bir şekilde elde etmelerine olanak sağlamaktadır. Literatürde panel kantil ve dinamik panel kantil regresyon tekniklerinin kullanıldığı çalışmalar aşağıda açıklanmaktadır.

Kniesner, Viscusi ve Ziliak (2010) olası ücret düzeyleri üzerinde istatistiksel hayatın değerindeki farklılıkların incelenmesi için birime özgü heterojenitenin dahil edildiği sabit etkili panel kantil regresyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada birim sayısı zaman dönem sayısından fazla olduğu için Lamarche'ın (2010) geliştirdiği optimal ayar parametresi ile sabit etkileri ortak bir değere doğru daraltma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ücretlerdeki kantiller arası farklılıkların istatistiksel hayat değerindeki farklılıklardan daha büyük olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ücret farklılıklarının aritmetik istatistiksel hayat değer ortalamasını etkilerken medyanı etkilemediği bulgusu elde edilmiştir. Çalışmada hem medyan hem harmonik ortalamanın 7 milyon \$'dan 8 milyon \$'a çıktığı görülmüş ayar parametresi aracılığıyla harmonik ortalamanın aritmetik ortalamaya göre daha robust sonuçlar verdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Bargain ve Kwenada (2011) çalışmalarında, Brezilya, Meksika ve Güney Afrika ülkelerindeki resmi olmayan iş ile serbest meslek çalışanlarının kazançları arasındaki ilişkiyi iki aşamalı kantil regresyon tahmin yöntemiyle analiz etmişlerdir. Hane halkı büyüklüğü, yaş, deneyim gibi demografik özelliklerin ele alındığı çalışmada sabit etkili panel regresyon ile sabit etkili panel kantil regresyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmada serbest meslek çalışanlarının ücret dağılımlarının daha basık bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmış ve ele alınan kantiller boyunca serbest meslek çalışanlarının ücretlerinin resmi işi olan meslektaşlarına göre daha düşük olduğu sonucu elde edilmiştir.

Bache, Dahl ve Kristensen (2013) doğum öncesi sigara alışkanlığı ile doğum ağırlıkları arasındaki ilişkiyi panel kantil regresyon modeli ile incelemiştir. Çalışmalarında Abrevaya ve Dahl'ın (2008) geliştirdiği ilişkili rassal etkiler panel kantil regresyon modeli dengesiz panel veri setine uyarlanmıştır. Buna ek olarak sabit etkili panel kantil regresyon modellerinin tahmin edilmesinde kullanılan cezalandırılmış kantil regresyon ve iki aşamalı tahmin yöntemleri kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Monte-Carlo simülasyonları ile tahmincilerin performansları karşılaştırılmış ve tahmincilerin büyük ölçüde farklılık gösterdiği sonucu elde edilmiştir.

Lin ve Chu (2013) çalışmalarında 1960-2006 yılları arasında 91 ülkede bütçe açığı ve enflasyon arasındaki ilişkiyi ARDL süreci altında dinamik panel kantil regresyon tekniği ile incelemiştir. Dinamik panel kantil regresyon modelinde ARDL özellikleri ile dinamik uyum dikkate alınmış ve farklı enflasyon düzeylerinde bütçe açığının etkisi analiz edilmiştir. Yüksek enflasyon dilimlerinde bütçe açığının enflasyon üzerindeki etkisi yüksek iken düşük enflasyon dilimlerinde etkisinin zayıf olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Yüksek enflasyon oranında bütçe açığının daha enflasyonist olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Dinamik panel kantil regresyon modeli aracılığıyla enflasyon ve bütçe açığı arasında doğrusal olmayan heterojen bir ilişki olduğunu gösterilmiştir.

Besstremyannaya (2014) çalışmalarında Canay'ın (2011) geliştirdiği iki aşamalı kantil regresyon tahmin yöntemi ile Japon yerel kamu hastanelerinin teknik ve maliyet etkinlikleri değerlendirilmiştir. Etkinlik, iki endojen davranış değişkenli ile panel kantil regresyon tekniği kullanılarak tahmin edilmiştir. Yerel kamu hastanelerinin finansal performanslarını ve Japon hastanelerine yapılan iki düzenleme dönemindeki hastane katılımcılarını içeren ulusal bir veri seti kullanılmıştır. Hastaneler üzerine yapılan

reformların hastane etkinliklerini ve katılımcıların verimliliklerini arttırdığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Foster-McGregor vd. (2014) Afrika ülkeleri için imalat ve hizmet firmalarıyla ilişkili anket verilerini kullanarak bir firmanın dış pazarlara nasıl hizmet verdiği ile firma performansı arasındaki ilişki incelenmiştir. İmalat endüstrileri için elde edilen bulgular en iyi performansı gösteren firmaların net verimlilik sıralamasının doğrudan yabancı yatırım (DYY) çıkışı yapan firmalar ihracatçılar ve bunları izleyen yurtiçine odaklanan firmalar olduğunu belirtmiştir. Hizmet firmaları için ilişkinin net bir şekilde ortaya konulmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Çalışmada ihracat veya DYY çıkışı etkisinin firmalar arasında farklılık gösterdiği belirtilmiş ve firmalar arasındaki dağılımsal heterojenliğin ortaya konulması için Canay'ın geliştirdiği tahmin yöntemi kullanılmıştır. DYY üzerindeki katsayıların düşük kantillerden yüksek kantillere doğru geçildikçe arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Düşük kantillerde DYY ve ihracat üzerindeki katsayılar arasında büyük farklılık varken yüksek kantillerde bu farkın azaldığı belirtilmiştir.

Cai, Chen ve Fang (2016) sabit  $T$  için yeni bir ilişkili rassal etkili semi parametrik kantil veri modeli önermiş ve çalışmada ev sahibi ülkedeki ekonomik büyüme üzerinde DYY'ların etkileri tahmin edilmiştir. Sabit ve fonksiyonel katsayıları tahmin etmek için önerilen quasi-maksimum olabilirlik tahmincisine dayanan üç aşamalı tahmin süreci üretilmiş ve tahmincinin asimtotik özellikleri araştırılmıştır. Sabit katsayıların tahmincisinin  $\sqrt{N}$ 'de tutarlı olduğunu ve değişen katsayılar tahmincisinin parametrik olmayan bir oranda yakınsadığı gösterilmiştir. Parametreler için güven aralıklarının oluşturulması ve değişen katsayıların hipotez test edilmesi gibi çıkarımların yapıldığı basit ve kolay bir prosedür önerilmiştir. Monte-Carlo simülasyonları ile önerilen tahmincilerin sonlu örneklem performansları incelenmiştir. Son olarak, 1970-1999 yılları arasında yatay kesit ülke verileri aracılığıyla emme kapasitesi hipotezinin varlığına ait güçlü bulgular elde edilmiştir. Bunun yanı sıra, hızlı ekonomik büyümeye sahip ülkeler ile yavaş ekonomik büyümeye sahip ülkeler karşılaştırıldığında DYY'nin hızlı büyüme gösteren ülkelerde güçlü bir büyüme etkisine sahip olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Silva (2016), ekonomik büyüme üzerinde beşeri sağlık sermayesinin rolü sabit etkili panel kantil regresyon tekniği kullanarak incelemiştir. Çalışmada 1980-2010 dönemleri arasında 92 ülke verisi ele alınmış ve parametre tahmincileri Canay'ın (2011)

geliştirdiği iki aşamalı tahmin yöntemiyle elde edilmiştir. Çıktı büyüme oranı dağılımında uzun dönemde makroekonomik performans üzerindeki sağlık etkisi büyüklüğünün yerinin belirlenmesinin oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. Büyüme oranı dağılımının düşük kantillerindeki ülkelerde sağlık değişkenlerinin etkisinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kantiller boyunca sağlık değişkenlerinin parametre büyüklüklerini bebek ölüm hızı, yaşam beklentisi, yetersiz beslenme gibi değişkenlerin etkilediği ve bu değişkenlerin dağılımda heterojen etki yarattıkları bulgusu elde edilmiştir.

Güloğlu, Kangallı Uyar ve Uyar (2016) çalışmalarında 2000-2014 döneminde Borsa İstanbul'da işlem gören 83 imalat sanayi firma verileri kullanarak hisse senedi getirileri üzerinde finansal rasyoların etkisi sabit etkili dinamik panel kantil regresyon yöntemi kullanılarak incelemiştir. Galvao'nun (2009) geliştirdiği araç değişkenli dinamik panel kantil regresyon tahmincisi ile gecikmeli bağımlı değişkenin açıklayıcı değişken olarak modele alınmasında ortaya çıkan dinamik yanlılık süreci azaltılmıştır. Hisse senedi getirilerinin koşullu dağılımının farklı kısımlarında toplam aktif karlılık değişkenleri, finansal beta, piyasa değeri defter değeri oranı, temettü getirisi ve finansal kaldıraç oranının etkileri analiz edilmiştir. Yüksek kantillerde cari dönemdeki getiri dalgalanmalarının sonraki dönem için hisse senetleri üzerinde yatırımcıların işlem tutumlarında etkili olacağı bulgusu elde edilmiştir.

Lv ve Xu (2017) çalışmalarında 1998-2011 yılları arasında 62 ülkeden oluşan veri seti ile talep dağılımı boyunca turizm talebi ve yolsuzluk arasındaki ilişkinin tam resminin ortaya konulması amacıyla Koenker'in (2004) geliştirdiği cezalandırılmış sabit etkili panel kantil regresyon tekniği kullanılmıştır. Yolsuzluk ve turizm talebi arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin sadece 50. ve 75. kantillerde anlamlı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca, farklı kantillerde gelir ve turizm talebi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuş, bunun yanı sıra ilişki gücünün düşük talep seviyelerinde daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre talebin mevcut seviyesinin turizm talebinin diğer belirleyicileri kadar önemli olduğu belirtilmiştir.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### CO<sub>2</sub> EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ

Bu bölümün ilk kısmında çevresel etkiye yönelik teorik yaklaşımlar hakkında detaylı bilgi verilmektedir. İkinci kısımda literatürde bu yaklaşımların kullanıldığı çalışmalara yer verilmektedir. Ampirik uygulamanın anlatıldığı son kısımda ise, çevresel etkiye yönelik yaklaşımlardan stokastik regresyon denkleminin kurulmasına olanak sağlayan STIRPAT modeli aracılığıyla emisyonun artmasına neden olan insan kaynaklı faktörlerin düşük ve yüksek karbondioksit emisyon düzeylerindeki etkileri incelenmiştir. Karbondioksit emisyonunun gecikmeli değerinin açıklayıcı değişken olarak ele alındığı modelde Galvao ve Monte-Rojas'ın (2010) geliştirdiği tahmin yöntemi aracılığıyla emisyonun artmasında etkili olan faktörlerin, demokrasi ve finansal açıklık değişkenlerinin farklı emisyon düzeylerindeki etkileri analiz edilmiştir.

#### 4.1. ÇEVRESEL ETKİYE YÖNELİK TEORİK YAKLAŞIMLAR

Ekolojistlere göre çevrenin üç temel işlevi mevcuttur. Çevre, insanoğluna havadan suya, gıdadan barınmaya, ulaşımdan ekonomik malların üretilmesine kadar birçok konuda olanak sağlamaktadır. Bu nedenle ekolojistler, çevrenin insan toplumları için “geçim kaynağı temeli”; doğal kaynaklar için bir “arz deposu” olduğu görüşünü savunmaktadırlar. İkincisi, tüm canlı türleri gibi insanlarda kaynak tüketimi sürecinde “atık” ürünler üretmektedir. İnsanların diğer canlı türlerine göre daha fazla ve çeşitlilikte atık ürün ürettiği gözardı edilemeyecek bir gerçektir. Çevre bu tür atıkları ya absorbe ettiği ya da daha az zararlı maddelere dönüştürdüğü için “atık deposu” olarak işlev görmektedir. Diğer canlı türleri gibi insanlar da yaşayacakları bir yere sahip olmalıdır ve çevre insanoğluna yaşamlarını sürdürdükleri, çalıştıkları, seyahat ettikleri ve yaşamları için gerekli olan diğer aktivelere gerçekleştirdikleri bir alan sağlamaktadır. Dolayısıyla, çevrenin üçüncü işlevi ise insan nüfusu için “yaşam alanı” sağlamaktır. İnsanoğlu

çevrenin bu üç temel işlevini yerine getirebilme yeteneğini gereğinden fazla kullandığında kirlilik, kaynak kıtlığı ve aşırı nüfus biçiminde “çevresel sorunlar” ortaya çıkmaktadır.<sup>290</sup>

Neden dünya bu kadar çok ve çeşitli enternasyonal çevre sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır? Neden insanlar çevreye zarar veren çok sayıda faaliyette bulunurlar? İnsanoğlu hangi koşullar altında çevresel olarak zararlı aktiviteler içerisine girer? İnsanoğlu hangi koşullar altında bu faaliyetlerden vazgeçer ya da kaçınır? Çevre bilimciler bu sorulara yanıt aramak için insan ekolojisini temel alan farklı yaklaşımlar ortaya koymuşlardır.<sup>291</sup> Bu yaklaşımlardan en çok tercih edilenleri POET, IPAT ve STIRPAT olarak bilinmektedir.

#### 4.1.1. İnsan Ekolojisi: POET, IPAT ve STIRPAT

Modern endüstri çağının başlangıcı olan ve 19. yüzyıl ortalarında başlayan Sanayi Devrimi’nden bu yana dünya nüfusu gün geçtikçe artmaktadır. Nüfus artışıyla birlikte kişilerin mal ve hizmetlere duyduğu gereksinimin de arttığı görülmektedir. Endüstrileşme sürecine geçilmesinin ardından yaşanan teknolojik ilerlemelerle, toplumlar daha fazla yiyecek elde edebilmekte ve ürün üretebilmekte bununla birlikte daha fazla kazanç sağlayabilmektedir. Sınırsız olan insan ihtiyaçlarının teknoloji yardımıyla karşılanması, bireyler arasında kaynakların dağılım ve birikim biçimlerindeki değişiklikleri içerisinde barındıran toplumsal ve ekolojik süreçlerde birtakım farklılıkları ortaya koymaktadır. Teknolojinin çevresel etki üzerindeki potansiyelinin önemli ölçüde artması yeryüzündeki doğal kaynaklar üzerinde büyük bir baskı oluşturmakta ve bunun sonucunda çevre ve insan sağlığına yönelik ciddi tehditlerle karşı karşıya kalınmaktadır.

Çevre kalitesi üzerinde nüfus baskısının etkisine yönelik kaygıların temeli, nüfus değişimi ve doğal kaynak kıtlığı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Çevre kalitesi üzerinde demografik büyümenin etkisine ait iki farklı yaklaşım mevcuttur: Malthus

---

<sup>290</sup> Riley E. Dunlap, “Environmental Sociology (Chapter 10)” *Handbook Of Environmental Psychology*, (ed.)Robert B. Bechtel, Arza Churchman, , Riley E. DUNLAP), New York, John Wiley & Sons, Inc., 2002, s.162.

<sup>291</sup> Ronald B. Mitchell, *International Politics and The Environment*, London, SAGE Publications, 2010, s.48.

Teorisi ve Boserup Yaklaşımı. Klasik iktisatçıların doğal kaynakların kendi kendini üreten ve sınırsız/sonsuz bulunabilirlik varsayımı, iktisatçıların uzunca bir süre çevre sorunlarını görmezden gelmelerine ve bu sorunları dışlamalarına yol açmıştır.<sup>292</sup> Klasik iktisatçılardan Thomas Robert Malthus (1798) “Nüfus Prensibi Üzerine Bir Deneme (*Essay on the Principle of Population*)” isimli çalışmasında insan türü de dâhil olmak üzere tüketimde payı olan her canlı nüfusu geometrik oranda artarken; doğal kaynakların aritmetik oranda arttığına dikkat çekmiştir.<sup>293</sup> Başka bir ifadeyle, nüfus artışının toprak kaynaklarının üretim kapasitesinin önüne geçebileceğini ileri sürmüştür.<sup>294</sup> Malthus Teorisiyle, doğal kaynakların tükenebilir olduğu ve nüfus artışının kontrolsüz olduğu savunulmaktadır. İnsanoğlu hiçbir sınırla karşılaşmadan doğal kaynakları ihtiyaçları doğrultusunda kullanarak doğanın tahribini hızlandırmakla birlikte ekolojik dengenin bozulmasında da etken rol oynamaktadır. Buna karşılık, tarım ekonomisi uzmanı Ester Boserup (1965) “Tarımsal Büyümenin Koşulları: Nüfus Baskısı Altında Tarımsal Değişim Ekonomisi (*The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*)” kitabıyla nüfus büyümesine ait farklı bir görüş öne sürmektedir. Sanayileşme sürecinin öncesinde yer alan bir toplumun nüfusunda meydana gelebilecek herhangi bir artış ile birlikte tarımsal kesimdeki teknolojik gelişmeleri teşvik ederek daha fazla besin maddesi üretileceği görüşünü savunmaktadır. Nüfus yoğunluğu düşük ise işgücü tasarrufunu sağlayan toprak-yoğun teknolojiler; nüfus yoğunluğu yüksek olduğunda ise işgücü-yoğun teknolojiler kullanılmaktadır. Dolayısıyla, doğal kaynakların sermaye faktörü olarak değerlendirilmesi öne sürülmektedir.<sup>295</sup> Boserup Yaklaşımına göre, nüfus artışının çevre üzerindeki olumsuz etkileri hafiflettiğine ve teknolojik yeniliklerin ortaya çıkışını güdülediğine inanılmaktadır. Tarımdaki teknolojik gelişmenin ön koşulu olarak nüfus yoğunluğunun yüksek olması gerektiğine dikkat çekilmektedir.

---

<sup>292</sup> Murat A. Dulupçu, “Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler”, *Dış Ticaret Dergisi*, 20, 2000, s.46, ss.46-70.

<sup>293</sup> Thomas Robert Malthus, *Essay on the Principle of Population*, London, Electronic Scholarly Publishing Project, 1798, s.8.

<sup>294</sup> Anqing Shi, “The Impact of Population Pressure on Global Carbon Dioxide Emissions, 1975-1996: Evidence from Pooled Cross-Country Data”, *Ecologic Economics*, 44, 2003, s.30, ss.29-42.

<sup>295</sup> Ester Boserup, *The Conditions of Agricultural Growth the Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*, Chicago, London G. Allen and Unwin, 1965, s.6.

Sonuç olarak, Malthus Teorisi'ni benimseyenler doğal, mineral ve enerji kaynaklarının sömürülmesinin ve insan faaliyetleri tarafından üretilen atıkları azaltmak için oluşturulan çevre bilincinin nüfus büyümesine ayak uyduramadığını savunmaktadır.<sup>296</sup> Enerji ve çevresel kaynaklar üzerindeki nüfusun orantısız etkisi, kişi başına düşen enerji ve kaynak tüketiminden kaynaklı olmakla birlikte çevre üzerindeki kişi başına düşen etkiyle ilişkilidir. Bu etki, nüfus büyüklüğünün, nüfusun büyümesinin ya da nüfus yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır. Diğer taraftan Boserup Yaklaşımı'nı savunanlar ise, nüfus büyüklüğü baskısının bilimin ve teknolojik yeniliklerin gelişiminin yanı sıra insan becerisini de kuvvetlendirerek çevresel sorunlara karşı yeni teknolojik çözümler sağladığını ve dolayısıyla refahı arttırdığını iddia etmektedirler.<sup>297</sup>

İnsanoğlunun refahı ve uzun dönemde hayatta kalmasının yarattığı derin etkilerinden dolayı, toplumsal düzenlemelerin insanlar arasındaki etkileşimleri, insanların ürettikleri teknolojiler ve bunların çevre üzerindeki etkilerine ilişkin sorular sosyologlar için son derece önemlidir. Dolayısıyla, toplum - teknoloji - çevre arasındaki ilişkiler sosyolojinin bir alt dalı olarak bilinen insan ekolojisi alanında incelenmeye başlanmış; elde edilen bulgular doğrultusunda çevresel etkinin belirleyicileri ekolojistler tarafından dikkate alınarak analiz edilmiştir.

#### **4.1.1.1. POET**

Çevresel sorunların nedenleri üzerine yapılan tartışmalar incelendiğinde, çevre sosyologları genelde insan ekolojisi perspektifinden faydalanmaktadır. Bu perspektif aslında toplumsal insan ekolojisinin alt alanı tarafından geliştirilmiş fakat son zamanlarda göç gibi sosyal olayların nedenleri olarak fiziksel çevrenin önemi yerine toplumsal koşulları minimize eden sosyolojik araştırmaların yaygın bir şekilde yer almasından dolayı neredeyse kullanılmayan bir alan haline gelmiştir.<sup>298</sup> Çevresel sorunların toplumsal

---

<sup>296</sup> Cynthia Green, "The Environment and Population Growth: Decade For Action", *Population Reports*, Series M, 10, 1992, s.2, ss.1-31.

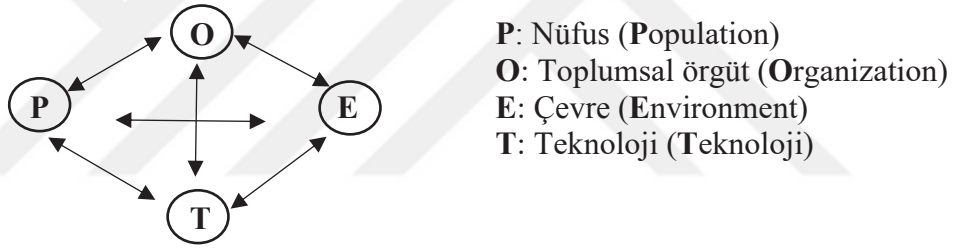
<sup>297</sup> Julian Simon, *The Ultimate Resource 2*, New Jersey, Princeton University Press, 1996, s.13; 182.

<sup>298</sup> Beat Burgenmeier, *Economy, Environment and Technology: A Socio-Economic Approach*, New York, Routledge, 1994, s.167.

önemi ve ekoloji perspektifinden bu sorunların incelenmesinin faydasını fark eden ilk toplumsal insan ekolojisti Otis Dudley Duncan'dır.

Duncan, ekolojik bir yapının toplumların teorik anlayışını güçlendirebileceğini savunarak toplum bilimcileri ekolojinin önemi konusunda uyarmaya çalışmıştır. Duncan'ın (1964) insan topluluklarını analiz etme aracı olarak geliştirilen ve literatürde POET modeli olarak adlandırılan "ekolojik kompleks (*ecological complex*) modeli" nde, nüfus, toplumsal örgüt ve teknoloji arasındaki ilişkinin çevresel sorunların temel nedenleri olduğu ve çevresel sorunların ortaya çıkmasında etkili olduğu öne sürülmektedir. Şekil 4.1' de verilen POET modelinin temel amacı, toplumsal değişkenlerin ve çevrenin birbirini hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkileyen ilişkilerinin ortaya konulmasını sağlamaktadır.

Şekil 4.1. Duncan'ın POET Modeli



**Kaynak:** (Mehta ve Ouellet, 1995: 10)

Duncan tarafından geliştirilen bu model, toplumsal işlevlerin dört kategoriye ayrıldığı toplumsal değişim bir modelidir. Nüfus yoğunluğu, nüfusun yaş yapısı, doğum ve ölüm oranlarındaki değişimler, göç rakamları gibi etmenler modeldeki nüfus değişkeni altında incelenebilmektedir. Hükümet ve siyasi sistemler, büyük şirketler, halk, kültür, aile, kilise / cami / tapınak / sinagoglar, kitle iletişim araçları gibi unsurlar toplumun örgütsel yapısını oluşturmaktadır. Teknoloji kategorisinin içerisinde insan hayatını kolaylaştıran her şey yer almaktadır. Tarlaların sürülmesi için traktörün kullanılması, elektronik aletlerin kullanımı, nükleer enerji kolları ile enerji üretimi, otomobil gibi motorlu araçların kullanımı bunlara örnek verilebilir. Çevre ise canlı ve cansız

organizmaların içerisinde bulunduğu fiziksel ortam, sistem, etkileşim alanları olarak nitelendirilebilir.<sup>299</sup>

POET modeli toplum bilimini çevreye karşı yönlendiren etkili bir teorik alt yapı sunmasına rağmen, bu modelin ampirik uygulamalarda oldukça az sayıda kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bunun en temel nedeninin, POET modelinde her şeyin birbirine bağlı olmasından dolayı elde edilen sonuçların istatistik dilinde analiz edilerek yorumlamayı güçleştirmesinden kaynaklandığı iddia edilmektedir.<sup>300</sup>

#### **4.1.1.2. IPAT Özdeşliği**

İnsan ekolojisi yaklaşımları, genelde nüfus baskısının en sonunda savaş ve kıtlık şeklinde “nüfus kontrolleri”ni üreteceğini savunan Malthus (1798)’ un klasik yazımına kadar dayanmaktadır. Nüfus baskısının yarattığı sonuçları ortaya koyan ve sosyolojinin kurucularından biri olan Emile Durkheim (1964), nüfus büyümesindeki sıçramaların çevresel kaynaklar için artan rekabeti ortaya çıkaracağını ve bunun da toplumdaki emeğin bölünmesine yol açacağını savunmaktadır.<sup>301</sup> Neo-Malthuscu’lar, kültürel adaptasyon, teknolojik gelişmeler, ticari ve kurumsal düzenlemelerin yarattığı etkileri insan nüfusunun geçim kaynaklarının da ötesinde büyümesine izin verdiği için eleştirmişlerdir. Malthuscu görüşü destekleyenler arasında yer alan Paul Ehrlich (1968), “Nüfus Patlaması (*The Population Bomb*)” isimli çalışmasıyla nüfus artışı, gıda üretimi ve çevre arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasına dikkat çekmektedir. 1972 yılına gelindiğinde ise, Roma Kulübü tarafından nüfus - çevre modellemesine dayanan Dünya Modeli ortaya atılarak, 100 yıllık süre içerisinde küresel taşıma kapasitesinin aşılacağı öngörülmektedir.<sup>302</sup> Günümüzde ise, Malthus’un öne sürmüş olduğu nüfus artışının insan refahı üzerinde yıkıcı bir etkisi olacağı görüşü gerçekleşmese bile, nüfus ve ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkileri merak uyandırmaktadır.

<sup>299</sup> John Hannigan, *Environmental Sociology*, 2 b., New York, Routledge, 2006, s.18.

<sup>300</sup> Thomas Dietz ve Eugene A. Rosa, “Rethinking the Environmental Impacts of Population, Affluence and Technology”, *Human Ecology Review*, 1, 1994, s.279.

<sup>301</sup>Dietz ve Rosa, 1994, a.g.m., s.279.

<sup>302</sup> Alex de Sherbinin, David Carr, Susan Cassels , Leiwen Jiang, “Population and Environment”, *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 2007, s.346-348.

1960 sonları ve 1970'lerin başlarındaki çevre hareketinin doğuşundan sonra, çevresel sorunlar ve bunlara neden olan insan kaynaklı faktörlerin değerlendirilmesi bilim adamları, çevre bilimciler, politikacılar, ekonomistler tarafından üzerinde düşünülen ve tartışılan bir konu haline gelmiştir. Ehrlich & Holdren (1971,1972) tarafından Duncan'ın ekolojik kompleks modeline benzeyen yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen bu yaklaşımda, nüfusun çevre krizi üzerinde küçük bir etkisi olduğu fikrinin çürütülmesi amaçlanmaktadır. "IPAT Özdeşliği" adı verilen bu yaklaşım, çevre üzerinde etkili olan insan kaynaklı faktörlerin anlaşılması için basit fakat kullanışlı bir başlangıç noktası sağlamaktadır.<sup>303</sup> Yazarların "tüm çevresel baskıların en dirençlisi" olarak adlandırdığı nüfus, denklemin merkezi haline getirilerek bir toplumun ekosistem üzerindeki etkisi aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:<sup>304</sup>

$$I = P \times F \quad (4.1)$$

burada  $I$  toplam etkiyi;  $P$  nüfus büyüklüğünü ve  $F$  kişi başına düşen etkiyi göstermektedir. Yazarların açıklamalarına göre,  $P$  veya  $F$  değeri arttığında ya da birindeki artış diğerindeki azalıştan daha fazla olduğunda etki artacaktır. Her iki değişkenin hızla büyüdüğü ve birbiriyle iç içe geçmiş durumda olduğu dikkat çekmektedir. Denklem doğrusal olmadığını ve değişkenlerin birbirine bağımlı olduğunu göstermek için, yazarlar tarafından aşağıdaki gibi genişletilmektedir:

$$I = P(I, F) \times F \quad (4.2)$$

Bu değişim,  $F$ 'nin  $P$ 'ye bağımlı olduğunun yanı sıra  $P$ 'nin  $I$  ve  $F$ 'ye bağımlı olduğunu göstermektedir. Örneğin, özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızlı nüfus artışının gelirin ve tüketimin büyümesini engelleyebildiği öne sürülmektedir. Ehrlich ve Holdren bu faktörlerin karmaşık ilişkileri üzerinde kapsamlı olarak yorum yaparken neredeyse hiçbir faktörü derinlemesine incelememiştir. Bu aşamada teknoloji faktörü ayrı bir değişken olarak ifade edilmek yerine  $F$  ile ilişkili olarak kişi başına düşen etkiyi açıklamaktadır. Öncelikle,  $F$  gıda, enerji gibi kişi başına tüketime bağlıdır. Bu durumda,  $F$  tüketimin mümkün kılınması için kullanılan teknolojiyle ve bu teknolojinin az ya da

---

<sup>303</sup> Mitchell, a.g.e., s.48.

<sup>304</sup> Paul R. Ehrlich ve John P. Holdren, "Impact of Population Growth", *Science*, 171, 3977, 1971, s.1212-1213.



çok etki yaratıp yaratmadığıyla ilişkilidir. Yazarlar “kişi başına düşen tüketimdeki artışa rağmen; teknolojideki gelişmelerin bazen **F**'yi sabit tutabildiğini ya da azaltabildiğini” belirtmektedir.<sup>305</sup> Her ne kadar bu açıklama teknolojinin olumlu rol oynayacağını kabul etse de, Ehrlich ve Holdren genel olarak teknolojinin belirli trendleri erteleyebileceğini fakat bunları önleyemeyeceğini sonucuna varmışlardır.

IPAT denkleminin formüle edilmesinde Barry Commoner önemli rol oynamaktadır. Commoner'in 1971 yılında yayımlanan “Kapalı Döngü (*The Closing Circle*)” kitabında çevresel bozulmada asıl sorununun nüfus artışı olmadığını bunun yanı sıra sanayi toplumlarına özgü tüketime dayalı yaşam biçimlerinin de etkili olduğunu öne sürmektedir.<sup>306</sup> Yazar kitabında ve 1970-1972 dönemleri boyunca yaptığı bilimsel analizleri çoğunda savaş sonrası dönemde ABD'deki ekonomik büyümeden kaynaklanan kirlilik miktarının ölçümüyle ilgilenmiştir. Çevresel etkiyi etkileyen üç faktörü işlevsel hale getirmek için IPAT kavramını matematiksel forma dönüştüren ilk kişi olmuştur. Buna göre Commoner tarafından geliştirilen form aşağıdaki gibidir:<sup>307</sup>

$$I = (Nüfus) \times \left( \frac{\text{İktisadi mallar}}{Nüfus} \right) \times \left( \frac{\text{Kirletici madde}}{\text{İktisadi mallar}} \right) \quad (4.3)$$

Burada **I** terimi çevresel etkiyi ifade etmekte ve yıllık olarak çevreye salınan belirli bir kirleticinin miktarını göstermektedir. **Nüfus** faktörü belirli bir yıldaki ABD nüfusunun büyüklüğünü veya belirli bir süre boyunca nüfustaki değişimi ifade etmek için kullanılır. **İktisadi mallar** faktörü belirli bir yıldaki üretilen ya da tüketilen belirli bir malın miktarını veya “refah” olarak adlandırılan belirli bir süre boyunca yapılan değişikliği ifade etmektedir. **Kirletici madde** faktörü ise salınan spesifik kirleticilerin miktarını belirtir ve dolayısıyla “çevresel etkiyi oluşturan üretken teknolojinin doğasını yansıtan birim başına düşen üretim (veya tüketim)”in bir ölçüsüdür. Bu şekilde kullanıldığında, denklem matematiksel özdeşliğin özelliklerini doğrultusunda denklemin

<sup>305</sup> Paul R. Ehrlich ve John P. Holdren, “Impact of Population Growth”, *Population, Resources and the Environment*, (ed.) R. G. Riker, Washington, DC., Government Printing Office, 1972, s. 372.

<sup>306</sup> ÇEKUD, “Tüketim Kültürü”, 2016, <http://www.cekud.org.tr/wp-content/uploads/gazete/gazete-mart-2016.pdf>, (11.02.2017).

<sup>307</sup> Barry Commoner, “Economic Growth and Ecology- A Biologist's View”, *Monthly Labor Review*, 94, 11, 1971, s.5.

sağ tarafında yer alan nüfus ve iktisadi mallar faktörleri birbirini yok ederek *I=kirletici madde* halini almaktadır.

Ehrlich ve Holdren (1971,1972) ve Commoner (1971) çalışmalarının dikkate alınmasıyla oluşturulan “IPAT Özdeşliği”, nüfus büyümesinin çevreye hem pozitif hem de negatif yönde nasıl bir etkisi olduğunun betimlenmesinde ve çevresel etkinin belirleyicilerinin analiz edilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Nüfus yoğunluğu fazla olduğunda en akıllıca kullanılan teknolojinin bile çevreyi koruyamayacağı iddia edilmekte ve çevresel etkilerin nüfus büyüklüğü, refah düzeyi ve teknolojik ilerleme olarak belirtilen itici güçlerin çarpımsal bir ürünü olduğu ifade edilmektedir.<sup>308</sup> Özdeşliğin matematiksel olarak gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$I = P \times A \times T \quad (4.4)$$

Burada *I* çevresel etkiyi (Impact on Environment), *P* nüfus büyüklüğünü (Population), *A* kişi başına düşen mal ve hizmet tüketiminin ortalama miktarını ya da refahlık düzeyini (Affluence) ve *T* tüketilen mal ve hizmetlerin üretimi için kullanılan teknolojiyi (Technology) ifade etmektedir. Dolayısıyla IPAT özdeşliği aşağıdaki gibi de yazılabilir:

$$Kirlilik = (Nüfus) \times \left( \frac{\text{Üretim}}{Nüfus} \right) \times \left( \frac{\text{Kirletici madde salınımı}}{\text{Üretim}} \right) \quad (4.5)$$

IPAT özdeşliği matematiksel bir denklemdir. Denklemdaki, nüfus faktörü, taşıt kullanımı ve enerji tüketimi gibi kaynak tüketimi ve kirliliğe neden olan aktivitelerin sıklığını artırarak çevre üzerinde ortaya çıkan artan nüfus baskısını dikkate almaktadır. Refah ya da GSYİH ile ölçülebilen gelir faktörü, zengin toplumların daha fazla kaynak tüketimi eğiliminde olduklarından dolayı kirlilik ile pozitif bir ilişki içerisinde olması beklenmektedir. Teknoloji faktörü ise çevre üzerinde değişen üretim süreçleri, araçlar ve makinelerin etkisini göstermektedir.

IPAT özdeşliği basit, sistematik ve sağlam (robust) bir model olarak bilinmektedir. Cimrilik özelliği ile temel insan kaynaklı itici faktörleri içerdiği için basit;

---

<sup>308</sup> Marrian R. Chertow, “The IPAT Equation and Its Variants”, *Journal of Industrial Ecology*, 4, 4, 2001, s. 16.

itici güçler ile onların etkileri arasındaki matematiksel ilişkiyi açıkça belirttiği için sistematik ve farklı çevresel etkilerde de uygulanabildiği için sağlamdır.<sup>309</sup> Dolayısıyla, çevresel değişimin arkasındaki temel itici güçlerin cimrilik özelliği ve bunun yanında çevresel etki ve bu itici güçler arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde tanımlaması IPAT özdeşliğinin güçlü yanları olarak gösterilebilmektedir. Bir faktördeki değişim diğer faktörlerle çarpıldığından dolayı bu tanımlama, her itici gücün bir diğerinin etkisini bağımsız olarak etkilemediğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu tanımlamanın en önemli çıkarımı ise, hiç bir faktörün tek başına çevresel etkiden sorumlu tutulamayacağıdır. Örneğin, belirli bir ülkede bir zaman dönemi boyunca **A** artarken **P** ve **T** sabit kalırsa, çevresel etkilere sadece **A**'nın neden olduğu düşüncesi doğru olmayacaktır. Çünkü **P** ve **T** değişmese bile **A**'daki değişimin etkisini ölçmektedir.<sup>310</sup>

Çevre üzerinde nüfusun etkisini ve çevresel değişimin itici güçlerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılan IPAT özdeşliği, çevresel sorumluluk bilinci üzerine yoğunlaşmasından dolayı uluslararası tartışmalarda büyük ilgi görmektedir. Özdeşliğin ortaya çıkmasının ardından bu denklemleri geliştirmek ve yeniden formüle etmek amacıyla birçok araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalar ortaya konmuştur. Bunlar arasında en yaygın bilinenleri IPBAT, ImPACT ve ImPACTS modelleridir. Schulze (2002) insan davranış kararlarının (*Behaviour – B*) çevreyi büyük ölçüde etkileyebileceğini iddia etmiş ve IPAT denklemini IPBAT (Environmental Impact on Population, Behaviour, Affluence, and Technology) şeklinde değiştirmiştir. Bu gösterim ile çevresel etkinin itici güçlerini açık bir şekilde ortaya koymanın yanı sıra bireylerin rasyonel davranış tercihi aracılığıyla çevresel baskının azaltılabileceği belirtilmiştir. Bireylerin kendi davranış değişimlerinin yanında çevresel etkiyi azaltmak için daha etkili teknolojiye başvurulması ya da refahın azaltılması gibi birçok etkileyici davranışa sahip olduğunu iddia etmektedir.<sup>311</sup> Fakat Schulze'un (2002) bu yaklaşımı birçok eleştiriye konu olmuştur. Diesendorf (2002) I=PAT denkleminin sağ tarafındaki her bir faktör içerisinde davranışların bazı yönlerinin dolaylı bir şekilde yer aldığını savunmaktadır. Bu yüzden **B**'

---

<sup>309</sup> Thomas Dietz ve Eugene A. Rosa, "Effects of Population And Affluence on CO2 Emissions", *The National Academy of Sciences of the USA*, 94, 1997, s.175.

<sup>310</sup> Richard York, Eugene A. Rosa, Thomas Dietz, "STIRPAT, IPAT nad ImPACT: Analytic Tools For Unpacking The Driving Forces of Environmental Impacts", *Ecological Economics*, 46, 2003a, s.352.

<sup>311</sup> Peter C. Schulze, "I=PBAT", *Ecological Economics*, 40, 2002, s.149.

nin sadece **P**, **A** ve **T**'de dâhil edilmeyen davranışların bu yönlerini içereceğini ve bu nedenle **B**' yi kesin olarak tanımlamanın oldukça zor olduğunu ifade etmektedir. Waggoner ve Ausubel (2002) ise tüketimin birim başına etkisini (**T**) ve *GSYİH*' nın birim başına düşen tüketimini (**C**), **T** içinde ayırıştırarak IPAT denklemini yeniden tanımlamış ve ImPACT (Environmental Impact on Modifying Population, Affluence, Consumption and Technology) olarak adlandırmıştır. ImPACT modelinin temel amacı çevresel değişim etkisinin azaltılmasına yardımcı olacak temel faktörleri tanımlamak ve bu faktörleri etkileyen diğer faktörleri açıklamaktır.<sup>312</sup> Xu, Cheng ve Qiu (2005) tarafından ImPACT modeli göz önüne alınarak sürdürülebilirlik için yeni bir yaklaşım olarak üretilen ImPACTS (Environmental Impact on Modifying Population, Affluence, Consumption, Technology and Society) özdeşliği geliştirilmiştir. Geliştirilen modeldeki **S** toplumsal kaynakların seviyesini ve **m** yönetimi gösterirken; **I** geleneksel çevresel etkilerinden çevresel etkiler ve gelişme arasındaki denge ilişkisine değiştirilmektedir. Çalışmalarında Ekolojik ayak izi ve İnsani Gelişme İndeksi' nin verileri kullanılarak dünya üzerinde bütünlük etkilerin değerlendirilmesinin ampirik bir analizini uygulayarak ImPACTS modelinin faydası ortaya konulmaktadır. Ekolojik ayak izi ve toplumsal gelişme arasındaki ilişki analiz edilerek, gelişmiş ülkelerin toplumsal ve teknolojik gelişmelerinden dolayı gelişmekte olan ülkelere göre enerji kaynaklarını kullanım verimliliği açısından büyük bir avantaja sahip olduğunu göstermektedir.<sup>313</sup>

IPAT, IPBAT, ImPACT veya ImPACTS modellerinin hangisi kullanılırsa kullanılsın çevresel etkinin **P**, **A**, **T** ve diğer belirleyicilere göre esnekliği sırasıyla yalnızca bir olduğu varsayılmaktadır. Bu, modeldeki her bir itici faktörün çevresel etki için eşit derecede önemli olduğu anlamına gelmekte ve modellerin eksik taraflarını göstermektedir.

---

<sup>312</sup> P. E. Waggoner ve J. H. Ausubel, “ A Framework For Sustainability Science: A Renovated IPAT Identity”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90, 12, 2002, s.7861.

<sup>313</sup> Zhongmin Xu, Guodong Cheng, GuoYu QIU, “ImPACTS Identity of Sustainability Assessment”, *Acta Geographica Sinica*, 60, 2, 2005, s.201-202.

#### 4.1.1.3. STIRPAT Modeli

Nüfus ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkilerine ilişkin güçlü kanıtların azlığına rağmen yine de itici güçlerin nispi önemi hakkında güçlü sonuçlar ortaya çıkmaktadır. ABD Ulusal Bilim Akademisi ve Londra Kraliyet Derneği'nin hazırladığı bildiriye göre, nüfus artışının insan refahı için büyük bir tehdit oluşturduğu fakat bu görüşü destekleyen çok az sayıda ampirik kanıt olduğu iddia edilmektedir.<sup>314</sup>Dietz ve Rosa (1994) çalışmalarında çevresel etkiye neden olan insan kökenli faktörlerin değerlendirilmesine ilişkin tartışmaları daha sağlam bir zemine taşımak için, IPAT özdeşliğini aşağıda belirtilen altı farklı açıdan inceleyerek yeniden formüle edilmesinin gerektiğini savunmaktadır:<sup>315</sup>

- Her bir itici gücün ayrı ayrı etkisine ilişkin hipotezleri test edebilmek için hesaplama denklemi yerine stokastik bir model olarak dikkate alınmalıdır.
- Ayrı ayrı göstergelerden oluşturulan genel endekslerin olasılığını dikkate almak ve çevresel etkinin farklı göstergelerini kullanmak için faydalı olacaktır.
- Modelleme, nüfus büyüklüğünün etkilerinin yanı sıra nüfus yapısının ve nüfus dağılımının büyümesinin hızının veya oranının etkilerini de içermelidir. Tek başına nüfus büyüklüğü yerine nüfus yapısının ve dağılımının büyümesinin hızı veya oranı ele alındığında daha fazla çevresel etkiye sahip olabilir.
- GSMH ya da GSYİH' yi içeren alternatif dağılım ölçüleri refahın ölçüleri olarak dikkate alınmalıdır.
- Teknoloji faktörü, hesaplama denkleminin bir kalıntısı olarak değil model içerisinde doğrudan değerlendirilmelidir. Dolayısıyla önerilen yaklaşımlardan birisine göre, enerji dönüşümünün verimliliği gibi teknolojinin işlevsel ölçüsünü içermelidir. Diğer yaklaşıma göre ise, beşeri faaliyetlerin kültür, toplumsal yapı ve örgütsel düzenlemelerin dâhil olduğu çevreyi nasıl etkilediği farklı itici güçlerin eklenmesiyle teknoloji faktörü yeniden kavramsallaştırılmalıdır.
- Farklı itici güçlerin karmaşık şekillerde etkileşiminden dolayı, modeldeki diğer değişkenlerin sadece doğrudan etkilerinin tahmin edildiği tek denklem modeli

<sup>314</sup> Paul C. Stern, "A Second Environmental Science: Human-Environment Interactions", *Science*, 260, 5116, s.1897.

<sup>315</sup>Dietz veRosa, 1994, a.g.m., s.283-284.

yerine itici güçlerin hem doğrudan hem de dolaylı etkilerinin tahmin edildiği sistem modeline dönüştürülmelidir.

Yukarıda bahsi geçen açılar dikkate alındığında, Dietz ve Rosa (1994) IPAT özdeşliğinin sadece kavramsal bir model olduğunu ve her faktörün birimsel etkisine ilişkin hipotezlerin tek tek test edilemeyeceğini iddia etmektedir. Bunun yanı sıra **I**, **P**, **A** ve **T** arasındaki ilişki önsel olarak orantılı olduğunu belirtmekte ve hata teriminin olmadığını varsaymaktadır. Modelde ele alınan bütün faktörlerin çevre üzerinde oransal etkisi olduğu varsayımı güvenilir ekonometrik tahminlerin yapılabilmesini sınırlamaktadır.<sup>316</sup>

Dietz ve Rosa (1994) tarafından IPAT özdeşliğinin sınırlandırmalarını ortadan kaldırmak amacıyla özdeşlik stokastik terimlerle yeniden formüle edilmiştir. STIRPAT (**S**tochastic **I**mpact by **R**egression on **P**opulation, **A**ffluence and **T**echnology) olarak adlandırılan bu yeni model istatistiksel tekniklerin kullanılmasına izin vermekte ve ampirik hipotez testlerine olanak sağlayarak IPAT özdeşliğinin alternatif stokastik versiyonunu oluşturmaktadır. STIRPAT modelinin tanımlaması aşağıdaki gibidir:<sup>317</sup>

$$I_i = \alpha . P_i^\beta . A_i^\gamma . T_i^\delta \varepsilon_i \quad (4.6)$$

Burada **I**, **P**, **A** ve **T** faktörleri sırasıyla çevresel etki, nüfus büyüklüğü, kişi başına iktisadi faaliyetler ve iktisadi faaliyetlerin birim başına etkisi olarak IPAT özdeşliğindeki tanımlamaların aynısıdır.  $\alpha$  sabit terimi gösterirken;  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\delta$  sırasıyla **P**, **A** ve **T**' in üslerini, bir diğer deyişle tahmin edilecek parametreleri, ve  $\varepsilon$  hata terimini göstermektedir. Burada  $i$  alt indisi **I**, **P**, **A** ve **T** niceliklerinin gözlem birimleri boyunca değiştiğini ifade etmektedir.

IPAT özdeşliğinin yeniden formüle edilmesi **I**, **P**, **A** ve **T** üzerinde birim boyutunun, zaman boyutunun veya hem birim hem zaman boyutunun dikkate alındığı birden fazla gözlemi gerekli kılmaktadır. Bu durum, bir terimin diğer üç terimin değerlerinden türetildiği hesaplama denkleminde ayıran önemli bir farklılıktır.

---

<sup>316</sup> Rafael Morales-Lage, Aurelia Bengochea-Morancho, Inmaculada Martinez-Zarzoso, "The Determinants of CO<sub>2</sub> Emissions: Evidence From European Countries", *Universitat Jaume-I Working Paper*, No 2016/04, 2016, s.13.

<sup>317</sup>Dietz ve Rosa, 1994, a.g.m., s. 284.



Hesaplama denklemi olarak belirtilen IPAT özdeşliğinde bir ya da birkaç gözlemsel birim için yalnızca dört değişkenden herhangi üçüne ait veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Buna karşılık STIRPAT modelinin en büyük avantajı ise, IPAT hesaplama denklemini niceliksel sosyal araştırmalar için en standart formülasyon olarak bilinen genel doğrusal regresyon modeline dönüştürmesidir. Sonuç olarak, niceliksel sosyal araştırmalarda kullanılan istatistiksel araçların önem sırası itici güçlerin her birinin önemini değerlendirilmesi problemine uygulanabilmektedir. İtici güçlerle ilgili savlar çalışmada etki, mekân ve zaman bağlamına özgü olan hipotezlere dönüştürülebilmektedir.<sup>318</sup>

IPAT ve onun alternatif türevlerinin aksine, STIRPAT modeli bir hesaplama denklemi değildir; bunun yerine ampirik olarak hipotezleri test etmek için kullanılabilen stokastik bir modeldir. Yukarıda verilen STIRPAT modelindeki sabit terim, tahmin edilecek parametreler ve hata terimi arasında  $\alpha = \beta = \gamma = \delta = \varepsilon = 1$  eşitliğini sağladığında, IPAT özdeşliğinin orantılılık varsayımı geçerli olmakta<sup>319</sup> ve STIRPAT modeli IPAT özdeşliğinin özel bir şekli haline gelmektedir.<sup>320</sup>

Parametrik olmayan regresyon modellerinde değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler incelenirken genellikle bağımlı değişkenin birçok bağımsız değişken tarafından eş zamanlı olarak etkilendiği görülmektedir. Bu durumda çoklu regresyon analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Parametrik olmayan çoklu regresyon modellerinin tahmini, çok boyutluluk sorunu nedeniyle zorlaşmakta ve bu sorununun çözümü için toplamsal modeller önerilmektedir.<sup>321</sup>

STIRPAT modelinin tahmini ve her bir faktöre ilişkin hipotez testlerinin yapılabilmesi için, toplamsal regresyon modelinde yer alan bütün faktörler doğal logaritmaya dönüştürülmektedir. Modelde yer alan  $T$  faktörüne ilişkin net bir görüş birliği olmadığı için ayrı olarak tahmin edilmek yerine genellikle hata terimi içerisinde yer almaktadır. Teknoloji faktörü aslında sadece tasarlandığı gibi teknolojiyi değil aynı zamanda nüfus ve refah dışındaki toplumsal örgüt, kurumlar, kültür ve çevre üzerinde

---

<sup>318</sup>Dietz veRosa, 1994, a.g.m., s. 284.

<sup>319</sup> York vd., 2003a, a.g.m., s.353-354.

<sup>320</sup>Dietz veRosa, 1994, a.g.m., s. 284.

<sup>321</sup> Münevver Turanlı ve Seda Bağdatlı, “Semiparametrik Regresyon”, *Öneri Dergisi*, 9, 35, 2011, s. 207.



insan etkisini etkileyen bütün faktörleri içermektedir.<sup>322</sup> Bu durum  $I$ ,  $P$  ve  $A$ 'nın bilinen değerleriyle  $T$ 'yi, [ $T = I/(P * A)$ ], çözmek için kullanılan IPAT özdeşliğiyle tutarlıdır. Bu değişiklikler aşağıdaki modeli oluşturmaktadır.<sup>323</sup>

$$\ln(I) = \alpha + \beta[\ln(P)] + \gamma[\ln(A)] + \varepsilon \quad (4.7)$$

Bu modelde  $\alpha$  ve  $\varepsilon$  terimleri (4.6.) nolu denklemde yer alan  $\alpha$  ve  $\varepsilon$ 'nin doğal logaritmalarıdır, yani  $\ln(\alpha) = \alpha$  ve  $\ln(\varepsilon) = \varepsilon$ 'dir. Logaritması alınan model, parametrelerin yorumlamasını kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla, itici güçlerin katsayıları ( $\beta$  ve  $\gamma$ ) diğer faktörler sabit tutulduğunda itici güçteki %1'lik değişime karşılık  $I$ 'daki yüzde değişimi göstermektedir. Bu durum iktisatta yaygın olarak kullanılan esneklik modellerine benzerdir.

STIRPAT modelinde yer alan her bir itici gücün nispi önemini anlamak için, faktörlerin her birindeki olası (potansiyel) değişimin aralığını ve oranını hesaplamak gerekmektedir. York vd. (2002) tarafından nüfus büyüklüğü, refah düzeyi ve teknoloji faktörlerindeki değişimlerin potansiyelinin ve aralığının ölçüsü olarak esneklik (plasticity - *plasticity*) kavramı öne sürülmektedir. Plasticity kavramı  $P$ ,  $A$  ve  $T$  faktörlerinin ya tarihsel süreçler ya da politika açısından farklı yönlerde hareket etmesiyle çevresel etkiyi etkileyen potansiyel anlamına gelmektedir. Plasticity aşağıda ifade edilen iki özelliğin birleşimiyle tanımlanmaktadır. Bunlar:<sup>324</sup>

- 1)  $P$ ,  $A$  ve  $T$  olarak bilinen itici güçlerin değişkenliği değişebilir. (Çünkü her birinin aralığı politika etkisi için potansiyelini önermektedir.)
- 2) Her bir faktördeki oran değişebilir. (Çünkü bir faktörün değişiminin hızı politika uygulanabilirliğini etkileyecektir.)

İlk özellik değişimin potansiyel genişliğini belirtirken; ikincisi değişimin potansiyel hızını belirtmektedir. Plasticity kavramıyla, araştırmacılar ve politika yapıcılarını

<sup>322</sup> Dietz ve Rosa, 1997, a.g.m., s.175.

<sup>323</sup> Richard York, Eugene A. Rosa, Thomas Dietz, "Footprints on the Earth: The Environmental Consequences of Modernity", *American Sociological Review*, 68, 2, 2003, s. 281.

<sup>324</sup> Richard York, Eugene A. Rosa and Thomas Dietz, "Bridging Environmental Science with Environmental Policy: Plasticity of Population, Affluence and Technology", *Social Science Quarterly*, 83, 1, 2002, s.21.

hangi faktörlerin daha kolay ve etkili bir şekilde değişebileceği sorusunun cevabını bulabilmektedir.

York vd. (2003a, 2003b) çalışmalarında STIRPAT modelini analitik bir araç olarak arındırmayı ve bu modelin ampirik analizler için faydasını arttırmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla ilk olarak, STIRPAT katsayılarının doğru yorumlanmasına olanak sağlayan ekolojik esneklik kavramını geliştirmişlerdir. Daha sonra, orijinal IPAT özdeşliğinde yer alan  $T$ 'nin (çünkü  $T$ , nüfus ve gelir dışında çevresel sorunları etkileyen bütün faktörleri göstermektedir) ayrıştırılmasına eşdeğer olan ilave faktörleri dâhil etmek için modeli nasıl genişletebileceklerini tartışmışlardır.<sup>325</sup> Dolayısıyla yukarıda bahsi geçen değişiklikler doğrultusunda STIRPAT modeli aşağıdaki gibi düzenlenmektedir:

$$\ln(I) = a + \beta[\ln(P)] + \gamma[\ln(A)] + \delta[\ln(T)] + e \quad (4.8)$$

York vd. (2003a, 2003b) çalışmalarında öne sürülen ekolojik esneklik (EE) kavramı, York vd. (2002)'nin plastisite kavramına ilişkin çalışmalarından geliştirdiği nicel bir ölçüdür. Plastisite  $P$ ,  $A$  ve  $T$  faktörlerinin değişmesi için içsel potansiyel anlamına gelirken; ekolojik esneklik itici güçlerin herhangi birindeki bir değişimine karşılık çevresel etkinin cevap verebilirliği ya da duyarlılığı anlamına gelmektedir. Ekolojik esneklik ölçüsü insan kaynaklı itici güç etkilerinin doğru yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.

Esneklik kavramı, genellikle ekonomide yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve bir değişkenin değişiminin diğer bir değişken üzerindeki etkisi anlamına gelmektedir. Özellikle, diğer faktörler sabit tutulduğunda bağımsız değişkendeki %1'lik değişime karşılık bağımlı değişkendeki oransal değişim anlamına gelmektedir. Ekolojik esneklik kavramı matematiksel olarak ekonomideki esneklik ölçüsüne benzemekte ve herhangi bir itici güçteki değişimden dolayı çevresel etkideki oransal değişim olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir itici güce ait ekolojik esneklik katsayısı aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

---

<sup>325</sup>York vd., 2003a, a.g.m., s.354.

$$EE_{I,x} = \frac{\frac{\Delta I}{I}}{\frac{\Delta x}{x}} = \frac{\% \Delta I}{\% \Delta x} \quad (4.9)$$

Burada  $I$  çevresel etkiyi,  $x$  ise itici güçlerden herhangi birini göstermektedir. Dolayısıyla, STIRPAT modelindeki her bir itici güç bileşeni için ekolojik esneklikler hesaplanabilmektedir. Etkinin nüfus esnekliği ( $EE_{IP}$ ), nüfus büyüklüğündeki değişime karşı çevresel etkinin verdiği tepki anlamına gelmektedir. Etkinin refah esnekliği ( $EE_{IA}$ ) ise, refahın ekonomik ölçüsündeki değişime karşı çevresel etkinin verdiği tepki anlamına gelmektedir. Teknoloji faktörünün tek bir işlevsel ölçüsü olmadığından dolayı etkinin teknoloji esnekliği doğrudan ele alınmamıştır. Bununla birlikte, bu kavramın teknoloji faktörüne uygulanamayacağına dair hiçbir sebep yoktur.<sup>326</sup>

Yatay kesit, zaman serisi ve panel verileri kullanılarak STIRPAT modeli yardımıyla etkilerin nüfus ve refah esneklerinin belirlenmesi oldukça basittir. Etki katsayısı 1'e eşit olduğunda birim esnek anlamına gelmektedir. Etki ve itici güç arasında oransal ilişki olduğunu gösterir ve itici güçteki %1'lik değişimin etkideki yüzde değişime özdeş olduğunu ifade etmektedir. Katsayılar 1'den büyük ise esnek bir ilişki olduğu öne sürülmektedir. Çevresel etkideki değişimin itici güçteki değişime göre daha hızlı bir şekilde arttığını gösterir. Katsayıların 1'den küçük (fakat 0'dan büyük) olması ise esnek olmayan (inelastik) ilişkinin göstergesidir. Bu durumda çevresel etkideki değişim itici güçteki değişime karşı daha az duyarlıdır. Bunun yanı sıra modelin katsayıları negatif de olabilir. Katsayı değerinin -1'e eşit olması negatif birim esnekliği göstermektedir. İtici güçteki artışa karşılık etkinin oransal bir şekilde azalması anlamına gelmektedir. Katsayı değeri -1'den küçük ise negatif esnektir ve itici güçte bir artış olduğunda etkinin daha fazla oranda azaldığı anlamına gelmektedir. Katsayı değeri 0'dan küçük fakat -1'den büyük olduğunda negatif inelastiktir. İtici güçteki bir artışa karşılık etkinin daha az oranda azaldığı şeklinde yorumlanmaktadır. Ayrıca etkilerin esnekliği / inelastikliği nüfus veya refah düzeyi aralığındaki farklı noktalarda değişebilmektedir. Bunun yanı sıra, modele ikinci dereceden ve diğer çokterimli değişkenlerin dâhil edilmesi de ekolojik esneklik katsayılarının basit yorumlarını daha karmaşık hale getirebilmektedir. Örneğin ikinci dereceden bir terimin olduğu modelde esneklik katsayısı itici gücün değerine bağlı olarak değişecektir. Bu nedenle, etkinin genel esnekliği / inelastikliği doğrudan sadece ikinci

<sup>326</sup>York vd., 2003a, a.g.m., s.354-355.

dereceden terimin olmadığı katsayının değeri belirtilerek değerlendirilememektedir. Bununla birlikte, itici gücün herhangi bir değeri için, anlık esneklik katsayısı logaritmik formdaki regresyon denkleminin uygun itici güç değişkenine göre birinci türevi alınarak elde edilmektedir.<sup>327</sup>

IPAT özdeşliği ve STIRPAT modelinde yer alan  $T$  faktörü, çevresel etkiyi etkileyen birçok faktörü içermesi nedeniyle Dietz ve Rosa (1994)  $T$  değişkeninin yeniden formüle edilmesinin önemini vurgulamaktadır.  $T$  faktörü STIRPAT modeli kullanılarak üç farklı açıdan değerlendirilmektedir:<sup>328</sup>

- 1) Kalıntı terimi  $P$  ve  $A$  dışındaki bütün faktörleri kapsadığından dolayı STIRPAT modelindeki kalıntı teriminin antilogaritması  $T$  olarak yorumlanabilmektedir.
- 2) Üretimin birim başına etkisini etkilediği varsayıldığı STIRPAT modeline ilave faktörler eklenerek  $T$ 'nin doğrudan ayrıştırılabilmesi mümkün olmaktadır. Bu yapılırsa, kalıntı terimi modeldeki yeni eklenen diğer faktörlerin net etkileri  $T$ 'yi göstermektedir. Birçok sosyo-ekolojik teoriye göre nüfus ve refah dışındaki sosyal faktörleri itici etkiler olarak varsayıldığı için ilave faktörlerin kullanılması nedensel yapının değerlendirilmesi ve teorinin geliştirilmesi için son derece önemlidir. Örneğin ImpACT özdeşliğinde tüketim, ilave faktör olarak dikkate alınmaktadır.
- 3) STIRPAT modelinin doğrusal olmayan özelliği ile birleştirilen ekolojik esneklik kavramı,  $P$  ve  $T$  ile  $A$  ve  $T$  arasındaki ilişkinin doğruluğu hakkında çıkarımlara olanak sağlamaktadır.

Bu üç yaklaşımdan hiçbiri diğerlerini dışlamadığı için analizler  $T$ 'nin farklı yönlerinin yorumlanmasıyla zenginleştirilebilmektedir.

---

<sup>327</sup>York vd., 2003a, a.g.m., s.355.

<sup>328</sup>York vd., 2003a, a.g.m., s.356.

#### 4.1.2. Kaya Özdeşliği

Dünyada genelinde ülkeler ve bölgeler farklı gelişme aşamaları geçirmekte ve çeşitli çevresel sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Hızlı kentleşme ve insan kaynaklı bozulma özellikle sera gazı emisyonlarının artışı gibi sorunlara neden olmaktadır. Sera gazının neden olduğu küresel ısınma sadece meteorolojik felaketler ve ekolojik bozulma gibi çevresel krizlerle ilişkili olmasının yanı sıra küresel ekonomik faaliyetlere yönelik büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin yarattığı etkiler nedeniyle gelecekte ortaya çıkabilecek ekonomik kayıpların birkaç kat artacağı öngörülmektedir.

İklim değişikliğinin en temel nedeni sera gazı emisyonları arasında yer alan ve fosil yakıtların tüketimiyle ortaya çıkan  $CO_2$  emisyonudur. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'ne göre atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunda yaşanan artış nedeniyle ortaya çıkan ortalama küresel sıcaklıktaki artışın sadece sel ve su sıkıntılarına neden olmasının yanında ekosistem yapısı için olumsuz sonuçlara neden olacağı öne sürülmektedir. IPCC' nin ortaya koyduğu emisyon senaryoları bilimsel araştırmalar ve siyasi girişimler için önem teşkil etmektedir. Bu amaçla, Emisyon Senaryoları Özel Raporu (Special Report on Emissions Scenarios - SRES)' nda "Yeni senaryolar sadece iklim değişikliği, etkileri, adaptasyon ve azaltım seçenekleriyle ilgili IPCC'nin gelecekteki değerlendirmelerinde değil aynı zamanda iklim değişikliği ve diğer çevresel sorunların geniş araştırma ve politika topluluğu tarafından yapılan analizler için bir temel olarak kullanılmasını önermekteyiz." şeklinde belirtilmektedir.<sup>329</sup>

İnsan kaynaklı faaliyetler sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonları arasında yer alan  $CO_2$  emisyonunun egemen rolüyle birlikte insan kaynaklı iklim değişikliği varlığı yaygın bir biçimde kabul edilmektedir. Bu durum, insan kaynaklı  $CO_2$  emisyonlarının, bunların altında yatan itici güçlerin ve tarihsel eğilimlerinin bölgesel katkılarının karakterize edilmesine yönelik ilginin artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, çevresel etkilerin toplamındaki değişimlerin itici güçlerine ayrıştırılması, toplum ve ekonominin çevreyle olan ilişkisinin çözümlenmesinde popüler hale gelmektedir.

---

<sup>329</sup> IPCC, "Special report on emissions scenarios", *Emission Scenarios*, (ed.) Nebojsa Nakicenovic, Robert Swart, Cambridge, Cambridge University Press, 2000, s. vii.

Ehrlich ve Holdren (1971) tarafından geliştirilen ve Commoner (1971) tarafından matematiksel forma dönüştürülen IPAT özdeşliğinin özel bir örneği olan Kaya özdeşliği, 1990 yılında IPCC’de Profesör Yoichi Kaya tarafından ilk kez önerilmiş ve pek çok çevre - ekonomi analizinin konusu haline gelmiştir.<sup>330</sup> Kaya özdeşliğinde,  $CO_2$  emisyonundaki gözlenen değişikliğe neden olan “itici güçler” veya “etkiler” in nüfus etkisi, enerji yoğunluğu etkisi, karbon emisyon yoğunluğu etkisi ve ekonomik kalkınma etkisi olduğu belirtilmektedir.<sup>331</sup>  $CO_2$  emisyonunda etkili olan itici güçlerin ayrıştırılmasına yönelik özdeşlik formu aşağıda belirtilmektedir:

$$C = \frac{C}{E} \times \frac{E}{GDP} \times \frac{GDP}{P} \times P \quad (4.10)$$

Burada  $C$  karbon emisyonunu,  $E$  toplam enerji tüketimini,  $GDP$  GSYİH’ı,  $P$  nüfus büyüklüğünün ölçüsünü ifade etmektedir. Özdeşliğin alternatif şekli aşağıdaki gibidir:

$$C = CE \times EI \times G \times P \quad (4.11)$$

Burada  $CE = \frac{C}{E}$ ,  $EI = \frac{E}{GDP}$ ,  $G = \frac{GDP}{P}$  ve  $P$  faktörleri sırasıyla karbon yoğunluğu etkisini, enerji yoğunluğu etkisini, kişi başına düşen refah etkisini ve nüfus etkisini göstermektedir. Kaya özdeşliği sadece bir ülke veya bölgenin genel analizi için geliştirilen uygun bir araçtır.<sup>332</sup>

IPAT ve Kaya özdeşliği çevresel sorunlarla ilgili farkındalığın artmasına katkıda bulunmasına rağmen bazı sınırlamaları mevcuttur. Her iki özdeşlikte birim esnekliği varsayılmakta ve tanımları gereği özdeşliğin sağ tarafındaki değişkenlerden birindeki belirli yüzde değişim çevre üzerindeki baskıda eşit bir değişiklik yaratmaktadır. Örneğin, IPAT ve Kaya özdeşliğinde, refah düzeyindeki %10’luk artışın tahmin edilen çevresel

<sup>330</sup> Yoichi Kaya, “Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios”, Paper presented at the IPCC Energy and Industry Subgroup, *Response Strategies Working Group*, Paris, 1990.

<sup>331</sup> Wei LiQingxiang Ou ve Yulu Chen, “Decomposition Of China’s CO2 Emissions From Agriculture Utilizing An Improved Kaya Identity”, *Environmental Science and Pollution Research*, 21, 22, 2014, s.13001.

<sup>332</sup> Shi-Chun Xu, Zheng-Xia He, Ru-Yin Long, “Factors That Influence Carbon Emissions Due To Energy Consumption In China: Decomposition Analysis Using LMDI”, *Applied Energy*, 127, 2014, s. 183.

baskıyı %10 artırması beklenmektedir. Esnekliklerin eşit olduğu varsayıldığından dolayı, itici güçlerin nispi katkısına yönelik hipotezlerin test edilmesinde kullanılmazlar.<sup>333</sup>

#### 4.1.3. Çevresel Kuznets Eğrisi

Sanayi Devrimi'nin ardından yaşanan gelişmelerin ve teknolojik ilerlemelerin etkisiyle üretim ve tüketim faaliyetleri hızla artmaktadır. Özellikle 20. yüzyılın sonlarına doğru artan küreselleşme faaliyetleriyle birlikte dünya ekonomisinin hızla büyüdüğü dikkat çekmektedir. Hızla artan ekonomik faaliyetler için daha fazla enerji ve materyal girdilerine ihtiyaç duyulmakta; dolayısıyla üretim sonucunda daha fazla miktarda atık ortaya çıkmaktadır. Kıt olan doğal kaynakların aşırı kullanımı, atıkların birikimi ve kirleticilerin konsantrasyonu biyosferin taşıma kapasitesini\* etkilemekte; gelirdeki artışa rağmen çevresel kalitenin bozulmasına ve insan refahının azalmasına neden olmaktadır.<sup>334</sup> Ekonomik büyümenin çevre kirliliğini arttırdığı, çevre kirliliğinin de ekonomik gelişmenin ekonomik ve sosyal maliyetini arttırdığı savunulmaktadır.<sup>335</sup> Dolayısıyla, ekonomik faaliyetlerinde meydana gelen artış çevre sorunlarını ortaya çıkarmakta ve bu sorunların ekonomik gelişme ve ekonomik yapıyı olumsuz yönde etkilediği görülmektedir.

Ekonomik büyümenin çevresel etkileri son yıllarda iktisatçıların dikkatini çekmektedir. Dünya genelinde çevresel kalitenin bozulması birçok kişinin konuyla ilgili kaygı düzeyinin artmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte çevre sorunlarına yönelik kamuoyunun ilgisinin oluşması çevresel bozulmanın nedenlerinin daha net anlaşılmasına yönelik çalışmaları harekete geçirmektedir (teşvik etmektedir). Özellikle ekonomik büyüme / gelişme ile çevre ilişkisi 1990'lı yıllardan itibaren birçok tartışmaya neden olmuş ve son yıllarda kirlilik – büyüme ilişkisine ait literatürdeki çalışmaların sayısı artmıştır. Bu çalışmaların ortak noktası, çevresel kalitenin ekonomik büyüme / gelişmenin

---

<sup>333</sup> Eugene A. Rosa ve Thomas Dietz, "Human Drivers of National Greenhouse-Gas Emissions", *Nature Climate Change*, 2, 2012, s. 582.

\* Taşıma kapasitesi (carrying capacity): Bir ekosistemin bozulmadan dengede kalabilmesi için gerekli olan maksimum üretim, tüketim ve nüfus düzeyidir.

<sup>334</sup> Theodore Panayotou, "Economic Growth And The Environment", Spring Seminar of the United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, March 3, 2003, s.1.

<sup>335</sup> Filiz Erataş, Doğan Uysal, "Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının "BRICT" Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi", *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64, 2014, s.1.



erken safhalarında bozulduğu ve ekonominin gelişmesiyle sonraki aşamada iyileşme gösterdiği iddialarıdır. Başka bir deyişle, çevresel baskı gelişimin erken aşamalarında gelirden daha hızlı artmakta ve daha yüksek gelir düzeylerinde GSYİH büyümesine nazaran yavaşlamaktadır.<sup>336</sup> Gelir değişimi ve çevre kalitesi arasındaki bu sistematik ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve – EKC) olarak adlandırılmaktadır.

Çevresel etki göstergesinin kişi başına düşen gelirin ters - U şeklinde bir fonksiyonu olduğu belirtilmektedir. Ters - U ilişkisi ismini, gelir eşitsizliği ile ekonomik kalkınma arasında benzer bir ilişki olduğunu öne süren Kuznets'in (1955) çalışmasından almaktadır.<sup>337</sup> Sanayileşmenin ilk aşamasında, insanların temiz hava ve suya kıyasla gelire ve iş bulmaya daha fazla ilgi göstermesi ve malzeme çıktısının artırılmasına önem vermesi nedeniyle kirlilik hızla büyümektedir. Toplumlar, büyümenin çevresel sonuçlarını önemsemek ve/veya çevresel sorunları azaltma bedellerini ödemek için oldukça fakirdir. Hızlı büyüme, doğal kaynakların aşırı kullanımına ve çevre üzerinde daha fazla baskı uygulayan kirleticilerin emisyonuna neden olmaktadır. Sanayileşmenin sonraki aşamasında, gelir arttıkça büyüme ve çevre arasındaki denge de değişmektedir. Önde gelen sanayi sektörlerinin daha temiz hale gelmesi, insanların çevreyi daha çok değerlendirmesi, düzenleyici kurumların daha etkin rol almasıyla birlikte kirlilik seviyesi azalacaktır.<sup>338</sup> Bu nedenle, EKC hipotezi, ekonomik faaliyetlerin düzeyi ve çevresel baskı arasında iyi tanımlanmış bir ilişkiyi ortaya koymaktadır.

EKC hipotezinde ifade edilen ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin ters - U şeklinde bir seyir izlemesinin altında yatan temel neden, Grossman (1995) ve de Bruyn (1997) tarafından önerilen ayrıştırma ile ortaya konulmakta ve aşağıdaki denklemle ifade edilmektedir.<sup>339</sup>

$$E_{it} = \sum_{j=1}^n Y_{it} I_{ijt} S_{ijt} \quad (4.12)$$

---

<sup>336</sup> Dinda, a.g.m., s.432.

<sup>337</sup> David I. Stern, "The Environmental Kuznets Curve", *International Society for Ecological Economics*, <http://isecoeco.org/pdf/stern.pdf>, 2003,s.1.

<sup>338</sup> Dasgupta vd., a.g.m., s.147, ss. 147–168.

<sup>339</sup> David I. Stern, The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve, *World Development*,32, 8, 2004, s.1432.

Burada  $E$  emisyonu;  $Y$  milli geliri yani GSYİH' yi;  $I$  sektördeki emisyon yoğunluğunu;  $S$  sektörün GSYİH' daki payını göstermektedir.  $i$  ve  $t$  alt indisleri sırasıyla ülkeyi ve zamanı temsil etmektedir. Bu ayrıştırma sonucunda emisyon; ölçek etkisi, yapısal etki ve teknoloji etkisine dayandırılmaktadır.

Literatürde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini test edebilmeye yönelik birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların uyguladıkları yöntem ve veri açısından bazı ortak özellikleri bulunmakla birlikte genellikle yatay kesit panel veri setleri tercih edilmektedir. Kirlilik düzeyi / çevresel baskı ve gelir arasındaki ilişkiyi test etmek için aşağıda verilen indirgenmiş biçim modeli kullanılmaktadır:<sup>340</sup>

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.13)$$

Burada  $y$  çevresel bozulmaları temsil eden göstergeleri,  $x$  geliri,  $z$  çevresel bozulma üzerinde etkisi olan diğer değişkenleri,  $\alpha$  sabit terimi ve  $\beta_k$   $k$  sayıda açıklayıcı değişkenin katsayısını göstermektedir.  $i$  ve  $t$  alt indisleri sırasıyla ülkeyi ve zamanı temsil etmektedir. Yukarıda gösterilen model, çevre ile ekonomik gelişme/büyüme arasındaki ilişkinin farklı biçimlerinin ( $\beta_k$ ) test edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Buna göre:

- i)  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  durumunda  $x$  ve  $y$  arasında ilişki yoktur.
- ii)  $\beta_1 > 0$  ve  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  durumunda  $x$  ve  $y$  arasında doğrusal bir ilişki ya da monotik artan bir ilişki vardır.
- iii)  $\beta_1 < 0$  ve  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  durumunda  $x$  ve  $y$  arasında monotik azalan bir ilişki vardır.
- iv)  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  ve  $\beta_3 = 0$  durumunda  $x$  ve  $y$  arasında EKC hipotezini destekleyen ters-U şeklinde bir ilişki vardır.
- v)  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$  ve  $\beta_3 = 0$  durumunda  $x$  ve  $y$  arasında U şeklinde bir ilişki vardır.
- vi)  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  ve  $\beta_3 > 0$  durumunda  $x$  ve  $y$  arasında kübik çokterimli ya da N şeklinde bir ilişki vardır.
- vii)  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$  ve  $\beta_3 < 0$  durumunda  $x$  ve  $y$  arasında ters N şeklinde bir ilişki vardır.

<sup>340</sup>Dinda, a.g.m., ss. 440-441.

Sadece  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  ve  $\beta_3 = 0$  geçerli olduğu durumda EKC' nin varlığından söz edilebilir. Bu eğriye ait dönüm noktası ise  $x^* = -\frac{\beta_1}{2\beta_2}$  ile elde edilir. Ekonometrik çalışmaların birçoğunda, gelire dayalı çevresel baskı/kirlilik seviyelerini gösteren EKC' nin varlığını test edebilmek için yukarıda yer alan model veya bu modelin logaritmik formu kullanılmaktadır.

Çevresel bozulmanın (a) monotonik olarak artması, (b) monotonik olarak azalması ve (c) bir ülkenin kalkınma yolu boyunca önce artması daha sonra gerilemesi şeklinde olup olmadığı politikalar için kritik öneme sahiptir. Ekonomik büyümeyle çevresel bozulmanın monotonik artışı, ekolojik yaşam destek sistemi içerisinde ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilir ölçekte olmasını sağlamak için katı çevre düzenlemeleri ve hatta ekonomik büyümenin sınırlandırılmasını gerektirmektedir. Gelişme yolundaki bir ülkede çevresel bozulmanın monoton şekilde azalması, ekonomik büyümeyi hızlandıran politikaların hızlı bir şekilde çevresel iyileştirmeleri beraberinde getirdiğini ve belirgin çevresel politikalarına ihtiyaç olmadığını göstermektedir. Son olarak, EKC hipotezi desteklendiği durumda ise, yüksek gelirli ülkelerdeki kalkınma politikalarının uzun dönemde çevresel olarak yararlı olma potansiyeline sahip olduğunu; orta ve düşük gelirli ülkelerdeki kalkınma politikalarının kısa ve orta vadede ciddi çevresel sorunlara neden olabildiğini göstermektedir.<sup>341</sup>

EKC hipotezi çevresel bozulma ve ekonomik büyüme ilişkisinin ortaya konulmasında etkili olmasına rağmen bazı sınırlamaları mevcuttur. Bunlar şu şekilde ifade edilebilmektedir:<sup>342</sup>

- 1) EKC hipotezinin ampirik kanıtları karmaşıktır. Ekonomik büyümenin kirleticileri azaltacağına dair kesin bir kanıt yoktur.
- 2) Kirlilik sadece gelirin değil birçok faktörün fonksiyonudur. Örneğin, hükümetlerin düzenleme etkinliği, ekonominin gelişimi, nüfus seviyesi ilave faktörler olarak yer alabilir.
- 3) Kirlilik küresel bir sorundur. Birçok gelişmiş ülkenin hizmet sektöründe büyüme ve sanayi sektöründe azalma görülmesine rağmen halen gelişmekte

---

<sup>341</sup>Panayotou, 2003, a.g.m., s.2-3.

<sup>342</sup>Tejvan Pettinger, Environmental Kuznets Curve, Economics Help, Eylül 2015, <http://www.economicshelp.org/blog/14337/environment/environmental-kuznets-curve/>,(03.03.2016)

olan ülkelerden mal ithal etmektedir. Bu bağlamda, bu ülkeler çevresel bozulmayı ihraç etmektedirler. Örneğin, ABD, İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde kirlilik azalabilirken bu ülkelere ihraç yapan ülkelerde çevresel bozulmanın yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Buna bir diğer örnekte ormansızlaşmadır. Yüksek gelirli ülkeler ormansızlaşma sürecini durdurma eğilimindeyken; ormanların tarım arazisi olarak kullanıldığı ülkelerden mobilya ve et ithal ederler.

- 4) EKC ters - U şeklinde değil; N şeklinde olabilir. Bazı ekonomistler sanayileşme sonrasında çevresel bozulmanın bir miktar azaldığını savunmaktadır. Fakat ülkelerdeki ekonomik genişleme devam ederse, bazı kaynakların daha büyük ölçüde kullanılması devam edecektir. Bu durum çevresel bozulmanın uzun vadedeki seviyesinin azalmaya devam etmesini garantilememektedir.
- 5) GSYİH'sı yüksek olan ülkeler yüksek CO2 emisyon seviyesine sahiptir. Örneğin, ABD' de kişi başına düşen CO2 emisyonu 17.564 iken; Etiyopya'da 0.075'tir.

## 4.2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde çevrenin bozulmasına neden olan insan kaynaklı faktörlerin incelenmesine yönelik birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler genellikle kirlilik etmenlerinin ortaya konulmasına ve çevre kirliliğinin azaltılmasına yönelik politika yapımlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemler zaman aralıklarına, modelde yer alan değişkenlere, analiz yöntemlerine, ülke veya ülke gruplarına göre farklı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda çevre kirliliğinin artmasında önemli rol oynayan karbondioksit emisyonunun artışında etkili olan faktörlerin belirlenmesi ve aralarındaki ilişkilerinin incelenmesinde STIRPAT modeli ve EKC hipotezinin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Bu modellerin kullanıldığı çalışmalara ilişkin literatür araştırması aşağıda verilmektedir.

STIRPAT modelinin temel amacı bünyesinde bulunan nüfus büyüklüğü, refah düzeyi ve teknoloji itici güçlerinin çevre üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve her bir faktöre ilişkin ekolojik esneklik katsayılarının elde edilmesidir. Bu model, çevresel

parametreler üzerindeki etkilerin incelenmesi için ilave faktörlerin eklenmesine olanak sağlamaktadır. Literatürde yapılan incelemeler sonucunda kentleşme düzeyi, yaşın yapısı, ticari açıklık, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi gibi faktörlerin ilave değişkenler olarak dâhil edildiği görülmektedir. EKC'nin temel amacı ise gelir - emisyon arasındaki ilişkinin ortaya konması ve ters - U şeklinde bir ilişki olduğunu gösteren EKC hipotezinin geçerli olup olmadığının sınanmasıdır. Yapılan çalışmalarda sadece gelir - emisyon ilişkisine değil tıpkı STIRPAT modelindeki gibi ilave edilen değişkenler aracılığıyla çevresel bozulmaya neden olan etmenlerin incelendiği görülmektedir.

Fan vd. (2006), STIRPAT modeli yardımıyla 1975-2000 yılları arasında farklı gelir düzeylerindeki ülkelerin karbon emisyonları üzerinde nüfus, gelir ve teknolojinin etkisini incelemiştir. Küresel düzeydeki karbon emisyonları üzerinde ekonomik büyüme en fazla etkiye sahip iken çalışma yaşının en az etkiye sahip olduğu; bunun yanı sıra düşük gelirli ülkelerde karbon emisyonunun azaltımında enerji yoğunluğu etkisinin büyük olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Madu (2009) çalışmasında STIRPAT modeli aracılığıyla Nijerya'da insan kaynaklı faktörler nedeniyle ortaya çıkan çevresel bozulmaların etkilerini araştırmıştır. Nüfus, gelir ve teknolojinin çevresel bozulma üzerinde etkili olduğunu ve çevresel etkideki değişimin %60'ının bu faktörden kaynaklı olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Nüfusun ekolojik esnekliği 1.699, gelirin ekolojik esnekliğini 2.709 olarak elde etmiş; kentleşme düzeyinin esnekliğini 0.570 olarak bulmakta ve çevresel etkinin etkisini azalttığını öne sürmüştür. Roberts (2011) STIRPAT modeli çerçevesinde bölgesel düzeyde çevresel bozulmalara neden sosyo-ekonomik değişkenleri incelemiştir. Nüfustaki değişimin çevresel bozulmalara neden olabilecek en büyük etmen olduğunu ve birim esnekliğe sahip olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Bunun yanı sıra ülkelerin kalkınmasında etkili olan ekonomik büyümenin çevresel bozulmaları beraberinde getirebileceği iddia etmiştir. Benzer olarak, Chertow (2001), Shi (2003), Liddle ve Lung (2010), Poumanyong ve Kaneko (2010) ve Wei (2011) çalışmalarında STIRPAT modelini kullanarak farklı insan kaynaklı faktörler ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

Acaravcı ve Öztürk (2010) CO<sub>2</sub> emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1960-2005 yılları arasında 19 Avrupa ülkesi verisini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmalarında ele aldıkları değişkenlerin eştümleşik olduğunu ve hata düzeltme modeli uygulanarak değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin var olduğu

sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra özellikle Danimarka ve İtalya’da EKC hipotezinin geçerli olduğunun altı çizilmiştir. Xu ve Lin (2015) Çin’deki kentleşme oranı ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişkinin tahmin edebilmesi için tüm illeri doğu, merkez ve batı olarak 3 bölüme ayırmışlardır. Parametrik olmayan toplamsal regresyon modeli kullanılarak Çin’in kıyı kesiminde kentleşme ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğu bulgusuna varmışlardır. Buna ek olarak merkez ve batı bölgelerinde pozitif yönlü doğrusal olmayan bir ilişki bulmuşlar fakat düşük kentleşme oranı nedeniyle bu ilişkinin anlamsız olduğu sonucuna varmışlardır. Dijkgraaf ve Vollebergh (2005) çalışmalarında, 24 OECD ülkesinden 11’inde ters-U şeklinde ilişkinin varlığını gösteren EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Martinez-Zarzoso ve Bengochea-Morancho (2004), 22 OECD ülkesinin ele alındığı havuzlanmış ortalama grup tahmincisi aracılığıyla gelir – emisyon arasında N şeklinde bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

Fang ve Miller (2012) çalışmalarında 1980-2007 dönemleri arasında 129 ülke verisini kullanarak dinamik IPAT modeli aracılığıyla CO<sub>2</sub> emisyonları üzerinde enerji hizmet şirketlerinin (ESCOs) etkisi araştırmıştır. Bulgulara göre ESCO’ların emisyonu önemli ölçüde azalttığını bu azalışların nüfus, ekonomik kalkınma ve birim başına GSYİH’deki enerji kullanımı üzerinde önemli etkileri olduğu bulunmuştur. Çalışmalarında ayrıca Kyoto Protokolü’ne üye olmanın emisyonu azaltmada rol oynadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Iwata ve Okada (2014) farklı sera gazı emisyonları üzerinde emisyonun sınırlandırılmasında ve azaltılmasında rol oynayan Kyoto Protokolü’nün 1990, 1995, 2000 ve 2005 yıllarında 119 ülkedeki sera gazı emisyonları üzerinde azaltıcı rol oynayıp oynamadığı analiz edilmiş ve protokolün özellikle CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> gazlarını azaltmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Li, Lui ve Li (2015) çalışmalarında dünyanın en büyük karbon salınımı yapan ülkeleri arasında yer alan Çin’in karbon yoğunluk azaltım hedeflerinde etkili olan insan kaynaklı faktörleri kısmi en küçük kareler regresyon tekniği kullanılarak STIRPAT modeli aracılığıyla incelemiştir. Çalışmada, karbon emisyonlarını arttırmasındaki en büyük etmenin hızlı kentleşme olduğu; buna rağmen sanayileşme düzeyinin en az etkiye sahip olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Ayrıca gelir, nüfus büyüklüğü ve doğrudan yabancı yatırımların emisyon büyümesinde önemli rol oynadığı elde edilmiştir.



Rafid, Salim ve Nielsen (2016), şehirleşmenin giderek arttığı 22 gelişmekte olan ülkedeki enerji yoğunluğu ve karbon emisyonu üzerinde kentleşme ve ticari açıklığın etkisinin incelendiği çalışmada, nüfus büyüklüğü ve gelirin emisyon ve enerji yoğunluğunun artmasında rol oynadığı bulunmuştur. Bu ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının hareketsiz kalmasına rağmen analiz bulguları bu faktörün CO2 emisyonu ve enerji yoğunluğunu arttırdığını göstermektedir. Buna ek olarak, bulgulara göre ticari açıklığın hem emisyon hem de enerji yoğunluğunu önemli ölçüde azaltıcı rol oynarken kentleşmenin sadece enerji yoğunluğunu arttırmada etkili olduğu bulunmuştur.

Zhu vd. (2016) çalışmalarında, gözlemlenemeyen birim heterojenlik ve dağılımsal heterojenliği hesaba katan panel kantil regresyon tekniği ile CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların (DYY) etkisi olup olmadığını araştırmıştır. İhmal edilen değişken yanlılığın önlenmesi için modele nüfus, ticari açıklık, GSYİH' daki sanayileşme ve finansal değişim payları modele dahil edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre modelde yer alan açıklayıcı değişkenlerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde heterojen etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle DYY'ların CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde negatif bir etkisi olduğu özellikle yüksek emisyon düzeyinde etkisinin daha belirgin bir şekilde görülebildiğini; enerji tüketiminin emisyonu arttırdığını ve yüksek emisyon düzeylerinde ekonomik büyüme ve nüfusun emisyonu azalttığını elde etmiştir. Çalışmalarında ayrıca EKC hipotezinin geçerli olup olmadığı sınanmıştır.

Zhang vd. (2016) panel kantil regresyon yaklaşımını kullanarak Asya - Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) ülkelerindeki CO<sub>2</sub> emisyonun farklı düzeylerinde yolsuzluğun etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmalarında ekonomik büyüme, enerji tüketimi, nüfus, ticari açıklık, kentleşme değişkenleri de modele dâhil edilmiştir. Ele alınan örneklem grubu için yolsuzluğun CO<sub>2</sub> emisyonuna etkisinin heterojen olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Özellikle düşük emisyonlu ülkelerde yolsuzluğun olumsuz etkisi mevcutken; yüksek emisyonlu ülkelerde bu etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca yolsuzluk ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasında ters-U şeklinde bir ilişki bulunmuştur.

Xi ve Lin (2016), kantil regresyon yöntemini kullanarak STIRPAT modeli yardımıyla 1990-2014 yılları arasında Çin'deki karbon emisyonunu etkileyen faktörleri incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre, ekonomik büyümenin emisyonu arttırmada



büyük rolü olduğunu; düşük ve yüksek emisyon düzeylerinde enerji yoğunluğunun heterojen bir etki gösterdiğini, kentleşme düzeyinin özellikle yüksek emisyon düzeyinde belirgin bir etkisi olduğu sonuçlarına ulaşmıştır. Yapılan çalışmalarda sadece nüfus, gelirin yanı sıra birçok farklı etmenin çevresel bozulmalar ve özellikle karbondioksit emisyonunun artışında rol oynadığı görülmektedir.

#### 4.3. ÇALIŞMANIN AMACI ve KAPSAMI

Küresel ısınma, insan toplumunun sadece ulusal değil uluslararası platformlarda mücadele ettiği bir sorun haline gelmekte ve iklim değişikliğinin en büyük potansiyel tehdit unsurunu oluşturmaktadır. Sera gazı emisyonları, özellikle karbondioksit emisyonu, küresel ısınma üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Artan çevresel tehdit unsurları arasında yer alan küresel ısınma sorunu, araştırmacıların ve politika yapıcıların dikkatini çekmekte ve küresel ısınmanın sınırlandırılması için öncelikle sera etkisi yapan gazların kısıtlanması, daha sonra da sıfırlanmasıyla bu sorunun çözümlenebileceği düşünülmektedir. Sera gazlarının oluşumuna fosil yakıtlarla elektrik üretimi, sanayi, ulaşım, ısınma, tarım faaliyetleri yüzünden ormanların yok edilmesi gibi insan kaynaklı faktörlerin neden olduğu bilinmektedir.

Günümüzde ülkelerin refah düzeyleri, sanayileşme ve küresel enerji tüketim kalıplarındaki değişikliklere bağlıdır. Bu değişiklikler, atmosferdeki karbondioksit seviyesinde belirgin bir artışa neden olmaktadır. İklim uzmanları karbondioksit emisyon artışının üçte ikisinin fosil yakıtların yakılmasından kaynaklandığını ve bunun 1950'lerden bugüne Dünya'nın yüzey sıcaklığı artışının temel faktörü olduğunu belirtmektedir.<sup>343</sup> Karbondioksit emisyonları hem enerji tüketim düzeyine hem de enerji bileşiminin oluşumuna bağlıdır. Dolayısıyla, emisyonlar ya enerji tüketim seviyelerinin azaltılmasıyla ya da enerji bileşim yapılarının daha düşük emisyon içeriğine sahip kaynaklara dönüştürülmesiyle azaltılabilmektedir. Fakat enerji tüketiminde meydana gelebilecek bir azalışın teknolojik ilerlemenin gerilemesine, ekonomik büyümenin azalmasına ve nüfus düşüşlerine neden olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle,

---

<sup>343</sup> IPCC, "Summary for Policymakers", *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014, s.10.

emisyona artışına neden olabilecek faktörlerin kapsamlı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Literatürde politika yapıcılardan gelen bu talebin karşılanması için, karbondioksit emisyonlarının itici güçlerinin belirlenmesine yönelik ayrıştırma tekniklerinin kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda, karbondioksit emisyonlarının en büyük itici gücünün ekonomik büyüme olduğu öne sürülmekte fakat analiz edilen ülkeye, bölgeye, uygulanan metodolojiye bağlı olarak farklılık gösterebildiği ortaya konulmaktadır.<sup>344</sup> Yapılan çalışmalar, küresel ve bölgesel analizlerin ülkelerin nüfus büyüklükleri, refah düzeyleri ve teknoloji yapılarındaki farklılıkları maskeleyeceğini göstermektedir.

Birçok araştırmacı, çevre kalitesi ile gelir ilişkisinin bir ülkedeki çevre politikasının oluşturulma sürecinde etkili olan siyasi kurumlardan ayrılamayacağını savunmaktadır. Dasgupta ve Maller (1995) çalışmalarında çevrenin korunmasına yönelik uygulamalar ile siyasi ve insan hakları arasında yakın bir ilişki olduğunu savunmaktadır. Siyasi ve insan haklarının olmadığı otoriter rejimler tarafından yönetilen ülkelerle karşılaştırıldığında bu hakların genellikle çevresel kaynakların korunmasında güçlü bir rolü olduğu iddia edilmektedir. Dolayısıyla, gelir ve çevresel kirlilik ilişkisinde ilgili siyasi değişkenlerin de modele dâhil edilmesi gerektiği fikri savunulmaktadır. Son yıllarda kurumsal yapının çevre kalitesini makroekonomik faktörlerden daha çok etkilediği görüşü öne çıkmaktadır. Bu görüşe göre kurumsal yapının insan davranışlarının şekillenmesinde ve çevreye olan duyarlılığın belirlenmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.<sup>345</sup> Romuald (2011) çalışmasında çevresel sorunların kurumsal başarısızlık ve kötü devlet yöntemleri tarafından açıklanabileceğini iddia etmektedir. Goel vd. (2013), çevresel dışsallıkların içselleştirilmesinde doğrudan ya da dolaylı olarak ekonomik aktörleri etkilemesi için birçok politikanın uygulandığını savunmaktadır. Bu politikaların başarısının arkasındaki temel unsurun ülkenin kurumsal kalitesi yani demokrasi düzeyi olduğu belirtilmektedir. Buna rağmen bazı teorisyenler demokrasinin ülkenin çevre kalitesini iyileştirdiğini düşünürken; bazıları da çevre kalitesini iyileştiremeyeceğini hatta daha da kötüleştirebileceğini iddia etmektedir. Torras ve Boyce (1998) çalışmalarında özellikle

---

<sup>344</sup>Sofia Teives Henriques ve Karol J. Borowiecki, "The Drivers Of Long-Run CO<sub>2</sub> Emissions In Europe, North America And Japan Since 1800", *Energy Policy*, 101, 2017, s. 537, ss. 537-549.

<sup>345</sup> Mehmet Hanefi Topal ve Pınar Hayaloğlu, "Farklı Gelişmişlik Düzeylerinde Kurumsal Kalitenin Çevre Performansı Üzerindeki Etkisi: Ampirik Bir Analiz", *Sosyoekonomi*, 25, 32, 2017, s.189, ss.189-212.

düşük gelir düzeyindeki ülkelerde demokrasinin çevre kalitesi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Harbaugh, Levinson ve Wilson (2002) bir ülkenin demokrasi düzeyi ile kükürt dioksit emisyonu arasında negatif bir ilişki olduğu sonucunu elde etmiştir. Farzin ve Bond (2006) ise, ülkenin demokrasi düzeyi ve buna bağlı özgürlüklerin çevre kalitesi üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu bulmuştur. Buna karşılık, Roberts ve Parks (2007) çalışmalarında demokrasinin karbon emisyonları üzerinde hiçbir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmış; Midlarsky (1998) ise yüksek demokrasi seviyesinin çevresel performansı olumsuz yönde etkilediği bulgusunu elde etmiştir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde demokrasi faktörünün yanı sıra finansal açıklık faktörünün de çevresel kirliliğini azaltmada etkili olduğu görülmektedir. Tamaizan ve Bhaskara Rao (2010) çalışmalarında ekonomik büyüme, finansal açıklık ve kurumsal yapının çevre kalitesi üzerindeki etkisini araştırmış ve finansal serbestleşmenin çevre kalitesi üzerinde olumsuz etkisi olduğu sonucuna varmıştır. Jalil ve Feridun (2011) çalışmalarında finansal gelişmenin çevre kirliliğinin azaltılmasında önemli rol oynadığı bulgusuna ulaşmıştır. Tamazin vd. (2009) ise, beşeri sermaye açıklığına dayanan finansal altyapıdaki bir gelişmenin etkin teknoloji kullanımına katkı sağladığını bunun yanı sıra çevresel bozulmayı da etkilediğini öne sürmüştür. Çevre kirliliği üzerinde finansal açıklığın ele alındığı çalışma sayısı oldukça azdır. Bu durum finansal açıklık – çevre kirliliği ilişkisinin incelendiği alanın henüz gelişme döneminde olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada küresel ısınma sorunuyla mücadele edebilmek için, sera gazı emisyonlarında önemli paya sahip olan karbondioksit emisyonlarını arttırıcı insan kaynaklı faktörlerin düşük ve yüksek emisyon düzeylerindeki etkilerinin net bir şekilde belirlenmesi gerektiği fikri ortaya konulmuştur. Bu amaçla geleneksel ekonometrik tekniklerin kullanılması yerine alternatif yöntemler arasında yer alan kantil regresyon modelinin kullanılması tercih edilmiştir. Bağımlı değişkenin koşullu ortalamasını inceleyen klasik regresyon modellerinin aksine, kantil regresyon modelleri bağımlı değişkenin bütün dağılımının incelenmesine olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla örnekleme parçalara ayırmadan bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkinin daha kapsamlı bir resminin elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra, bağımlı değişken üzerindeki outlier gözlemlerin varlığına daha az duyarlı ve daha robust tahminlerin elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu durum özellikle emisyon dağılımının ortak özelliği olan çarpıklık durumunda oldukça kullanışlıdır. Kantil

regresyon tahmincisi ile her bir kantil için olası tek bir çözümün elde edilebilmesi sağlanmakta; bu amaçla ilgili belirleyicilerin ülkelerin karbondioksit emisyon dağılımlarına göre konumlarını nasıl etkilediği değerlendirilebilmektedir.

Karbondioksit emisyonunun artmasında etkili olan fosil yakıtların kullanımı, ulaşım, sanayileşme gibi aktivitelerin etkilediği çevresel politika verimliliklerinin artırılması için insan kaynaklı emisyon artışını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve ölçülmesi oldukça önemlidir. Çalışmada, karbondioksit emisyon düzeyini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla Dietz ve Rosa (1994) ve York vd. (2003a, 2003b) tarafından geliştirilen STIRPAT modeli kullanılmıştır. Bu model, her bir faktörün birimsel etkisine ilişkin hipotezlerin test edilmesine olanak sağlayan stokastik bir modeli ifade etmektedir. Farklı emisyon düzeylerinde etkili olan her bir itici gücün ekolojik esnekliklerinin hesaplanmasını dikkate alarak literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca literatürde yapılan incelemeler sonucunda, demokrasi faktörünün çevre kalitesi üzerinde etkili olduğu bulgusuna ulaşılmakta; fakat ampirik bulguların birbirleriyle çeliştiği görülmektedir. Bu çalışmaların temel eksikliğinin demokrasi düzeyine ilişkin dağılımsal heterojenliğin göz ardı edilmesinden dolayı sonuçların yanlı olabileceği düşünülmektedir.

Literatürde demokrasi, finansal açıklık ve emisyon düzeyleri arasındaki ilişkinin birlikte ele alındığı bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, dağılımsal heterojenlik göz önünde bulundurularak STIRPAT modelinde yer alan her bir itici gücün yanı sıra demokrasi ve finansal açıklık değişkenlerinin de ele alınmasıyla literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Buna ek olarak, çalışmada emisyonun gecikmeli değerinin modelin açıklayıcı değişkenleri arasında yer aldığı dinamik bir model yapısı ele alınmıştır. Dinamik yapının incelenmesi için Galvao'nun (2009) geliştirdiği sabit etkili dinamik panel kantil regresyon modeli kullanılmıştır. Galvao (2009) çalışmasında gecikmeli bağımlı değişkenlerin modele açıklayıcı değişken olarak dâhil edildiğinde tıpkı EKK durumunda olduğu gibi sabit etkili dinamik panel kantil regresyon tahmincilerinin de yanlı olabileceği sonucuna ulaşmıştır. Bunun yanı sıra zaman dönemlerinin sayısı birim sayısından küçük olduğu durumda, açıklayıcı değişken olarak bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri yer aldığıda tesadüfi parametre sorunuyla karşılaşılmaktadır. Galvao ve Monte-Rojas (2010) bu sorunların çözümlenebilmesi için Chenezhukov ve Hansen'in (2006, 2008) geliştirdiği araç değişken kantil regresyon

tahmincisi ile Koenker'in (2004) çalışmasında kullandığı daraltma yöntemini birleştirerek cezalandırılmış araç değişken kantil regresyon tahmin yöntemini önermiştir.

Çalışmada STIRPAT modeli aracılığıyla 1980-2015 yılları arasında 165 ülke verisi kullanılarak emisyonun artmasına neden olan insan kaynaklı faktörlerin düşük ve yüksek karbondioksit emisyon düzeylerindeki etkileri incelenmiştir. STIRPAT modelinde yer alan nüfus büyüklüğü, gelir ve teknoloji faktörlerinin yanı sıra literatürde sıklıkla tercih edilen kentleşme düzeyi, ticari açıklık, Kyoto yükümlülüğü gibi kontrol değişkenleri de modele dâhil edilmiştir. Buna ek olarak düşük ve yüksek düzeyde karbon salınımı yapan ülkeler arasında yüksek demokrasi düzeyi ve finansal açıklığın emisyonun azaltımında etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Karbondioksit emisyonunun gecikmeli değerinin açıklayıcı değişken olarak ele alındığı modelde Galvao ve Monte-Rojas'ın (2010) geliştirdiği tahmin yöntemi aracılığıyla emisyonun artmasında etkili olan insan kaynaklı faktörlerin, demokrasi ve finansal açıklık değişkenlerinin farklı emisyon düzeyleri üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Ampirik uygulama olarak literatürde cezalandırılmış sabit etkili araç değişken kantil regresyon tahmin yönteminin kullanıldığı bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Bu yönüyle çalışma, literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

#### 4.4. VERİ SETİ VE MODEL

Bu çalışmada, CO<sub>2</sub> emisyonunun dağılımsal heterojenliği göz önünde bulundurularak demokrasi, finansal açıklık ve emisyon arasındaki ilişki dinamik panel kantil regresyon modeli ile incelenmiştir. STIRPAT modeli aracılığıyla düşük ve yüksek emisyon düzeylerindeki ekolojik esneklik katsayıları hesaplanmıştır. Çalışmada verilerin bulunabilirliğine bağlı olarak 1980-2015 yıllarını kapsayan zaman dönemlerinde 165 ülke verisi ele alınmıştır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda CO<sub>2</sub> emisyonunun artmasında rol oynayan faktörler dikkate alınarak demokrasi ve finansal açıklığın emisyon üzerindeki etkisinin dahil edilmesiyle STIRPAT modeli aşağıdaki model formuna dönüştürülmüştür.

$$\ln(CO_{2it}) = a_i + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln A_{it} + \beta_3 \ln A^2_{it} + \beta_4 \ln T_{it} + \beta_5 \ln URB_{it} + \beta_6 \ln TRADE_{it} + \beta_7 Democ_{it} + \beta_8 Kaopen_{it} + \beta_9 Kyoto_{it} + e_{it} \quad (4.14)$$

Burada  $CO_{2it}$  kişi başına düşen emisyon miktarını göstermektedir.  $P_{it}$  nüfus büyüklüğünü; refahın göstergesi  $A_{it}$  kişi başına düşen GSYİH'ı ifade etmektedir. Literatürde teknoloji göstergesine ait net bir görüş birliği olmadığından dolayı, teknoloji değişkeni iki vekil değişken tarafından ölçülmektedir. İlki, GSYİH'daki imalat sanayi payını gösteren endüstriyel faaliyetler ( $IA_{it}$ ); ikincisi enerji tüketiminin GSYİH'ya bölünmesiyle ölçülen enerji verimliliği ( $EE_{it}$ )' dir.  $URB_{it}$  kentleşme düzeyini;  $TRADE_{it}$  ticari açıklığı göstermektedir.  $Kyoto_{it}$ , CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde Kyoto Protokolü'nün etkisini ölçmek için modele dâhil edilen kukla değişkendir.  $A^2_{it}$  değişkeni emisyon - gelir ilişkisinin doğrusal olmayan durumunu hesaba katmakta ve çalışmada EKC hipotezinin geçerli olup olmadığına ilişkin sınınanmasında rol oynamaktadır.  $i$  alt indisi ile ülkeleri;  $t$  alt indisi ile zaman dönemlerini göstermektedir. Modelde ele alınan değişkenlere ilişkin tanımlamalar ve veri kaynaklarına ait bilgiler Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Değişken Tanımlamaları ve Veri kaynakları

Değişkenler	Tanımlaması	Kaynak
<b><math>CO_2</math></b>	Karbon emisyonu (kişi başı metrik ton)	Dünya Bankası
<b><math>GDP</math></b>	Kişi başına düşen GSYİH (2010 US\$)	Dünya Bankası
<b><math>POP</math></b>	Nüfus büyüklüğü	Dünya Bankası
<b><math>IA</math></b>	GSYİH'daki imalat sanayi payı	Dünya Bankası
<b><math>EE</math></b>	Enerji tüketiminin reel GSYİH'daki oranı	Dünya Bankası
<b><math>URB</math></b>	Kentleşme düzeyi	Dünya Bankası
<b><math>TRADE</math></b>	İthakat ve ihracat toplamının GSYİH'ya oranı	Dünya Bankası
<b><math>Polity2</math></b>	Demokrasi ve otoraksi için alt endeksler arasındaki fark	Marshall & Jagers (2012)
<b><math>Kaopen</math></b>	Sermaye hesap işlemlerindeki açıklığın derecesini ölçen finansal açıklık	Chinn & Ito (2008)
<b><math>Kyoto</math></b>	Kyoto Protokolü'nü onayladığı yıldan itibaren 1; aksi halde 0 değerini alan kukla değişken	UNFCCC



$Democ_{it}$  çalışmanın ilgili ilk temel değişkenidir. Demokrasi düzeyinin boyutlarının incelenmesinde ele alınan *Polity 2* vekil değişkeni, George Mason ve Maryland Üniversiteleri aracılığıyla dünya ülkelerinin demokrasi boyutlarının analiz edilmesinde kullanılan *Polity IV* veritabanından alınmıştır. Bu değişken -10 (tam demokratik olmayan)'dan +10 (tam demokratik olan)'ye uzanan 21-noktalı skala üzerindeki rejim otoritesinin spektrumunu yakalamaktadır. Çalışmanın ilgili ikinci temel değişkeni  $Kaopen_{it}$ , literatürde finansal açıklığı ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir endekstir. Bu endeks Chinn ve Ito (2008) tarafından Döviz Kuru Düzenlemeleri ve Döviz Kuru Kısıtlamaları üzerindeki IMF yıllık raporuna dayandırılarak oluşturulmuştur. Endeks, -2.66 (tam sermaye kontrolleri) ile 2.66 (tam serbestleşme) değerleri arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan veri setine ilişkin betimsel istatistikler EK - 1'de Tablo 1A'da; EK - 2'de korelasyon matrisi Tablo 2A'da verilmiştir.

(4.14)'te verilen modele  $CO_2$  emisyonunun gecikmeli değerinin dâhil edildiği dinamik panel kantil regresyon gösterimi aşağıda verilmektedir.

$$Q_{lnCO_{2it}}(\tau|a_i, lnCO_{2it-1}, x_{it}) = a_i + \theta_1 lnCO_{2it-1} + \theta_2 ln P_{it} + \theta_3 ln A_{it} + \theta_4 ln A^2_{it} + \theta_5 ln IA_{it} + \theta_6 ln EE_{it} + \theta_7 ln URB_{it} + \theta_8 ln TRADE_{it} + \theta_9 Democ_{it} + \theta_{10} Kaopen_{it} + \theta_{11} Kyoto_{it} + e_{it} \quad (4.15)$$

Tablo 1A'da verilen betimsel istatistik bulgularına göre, demokrasi ölçütünün ortalaması, medyanı ve üçüncü kartili ( $Q_3$ ) sırasıyla 2.90; 6 ve 9'dur. Ortalaması,  $Q_3$ 'ten oldukça küçük bir değerdir. Dolayısıyla demokrasi değişkeninin dağılımı çarpık ve serideki outlier değere karşı duyarlı olduğu bulgusuna ulaşılmaktadır. Çalışmada kantil regresyon yönteminin kullanımını doğrulamak için betimsel istatistik tablosundan elde edilen bulgulara göre emisyon serisi çarpık bir dağılım sergilemektedir.  $CO_2$  emisyon ve demokrasi dağılımının histogram grafikleri EK - 3'te verilmiştir.  $CO_2$  emisyon serisinin normal dağılıp dağılmadığını test etmek için Jarque-Bera testi kullanılmıştır. Serinin normal dağıldığını öne süren sıfır hipotezi ile Jarque-Bera test istatistiği %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Dolayısıyla,  $CO_2$  emisyon serisinin normal dağılıma sahip olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca ülkeler arasında  $CO_2$  emisyonlarının heterojen bir dağılım sergilediğini kanıtlamak için seri 1980-2015 yılları arasında ortalama  $CO_2$  emisyon verileri yardımıyla kartillerine ayrılmıştır. EK - 4'te verilen tabloya göre ülkeler arasında



emisyona seviyelerinin oldukça farklı olduğu sonucuna varılabilmektedir. En yüksek emisyon değeri 44.062 (Katar) iken; en düşük emisyon değeri 0.002 (Burundi)'dir. Emisyon dağılımının  $Q_1$ 'nde en düşük karbon emisyonu yapan 45 lke;  $Q_2$ 'nde 42 lke;  $Q_3$ 'nde 39 ülke ve st kuyrukta 39 ülke bulunmaktadır. Ülkelerin demografik, sosyoekonomik ve siyasi özellikleri farklılık gösterdiğinden dolayı emisyon davranışları şüphesiz ki homojen değildir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, emisyon dağılımında etkili olan faktörlerin incelenmesinde klasik regresyon teknikleri ile elde edilen parametre tahminlerine şüphesizle bakılabilmekte ve bu durum kantil regresyon tekniğinin doğruluğunu kanıtlamaktadır.

#### 4.5. BULGULAR VE TARTIşMA

Bu kısımda emisyonunun gecikmeli değerinin açıklayıcı değişken olarak dahil edildiği modele ilişkin düşük ve yüksek emisyon düzeylerinde insan kaynaklı faktörlerin, demokrasi ve finansal açıklık değişkenlerinin etkileri dinamik panel kantil regresyon modeli kullanılarak tahmin edilmiştir.

Dinamik modelin tahminine geçmeden önce modelde ele alınan değişkenlerin durağanlığı test edilmiştir. Durağanlığın test edilebilmesi için öncelikle panel veri setini oluşturan yatay kesitler arasındaki bağımlılığın incelenmesi gerekmektedir. Veri setinin yatay kesit boyutu ( $N=165$ ), zaman boyutu ( $T=36$ )'ndan büyük olduğu durumda, Pesaran'ın (2004) geliştirdiği CD testi ile yatay kesit bağımlılığın test edilmiştir. Test sonucuna göre, yatay kesit bağımlılığı bulgusuna ulaşılmıştır. Regresyon modellerinin analizlerinin yapılmasından önce modeldeki değişkenlerin durağan olup olmadıkları incelenmiştir. Yatay kesit bağımlılığı durumunda ikinci kuşak panel birim kök testleri kullanılmaktadır. İkinci kuşak birim kök testleri arasında yer alan Pesaran CIPS testi sonuçlarına göre tüm değişkenlerin düzeyde durağan olduğu sonucu elde edilmiştir. Yatay kesit bağımlılık ve durağanlık test sonuçları Ek 5' te verilmiştir.

$T$  zaman boyutu  $N$  birim boyutuna göre kk olduğu zaman, açıklayıcı değişken olarak gecikmeli bağımlı değişkenin varlığında meydana gelen tesadüfi parametre sorunundan dolayı sabit etkili dinamik panel kantil regresyon tahminleri yanlı olabilmektedir. Bu durumun ortadan kaldırılması için Galvao ve Monte-Rojas'ın (2010) geliştirdiği cezalandırılmış sabit etkili araç değişken kantil regresyon tahmin yöntemi

yardımıyla yanlılık sorunu çözülebilmektedir. Çalışmada, Galvao ve Monte-Rojas'ın (2010) geliştirdiği tahmin yöntemi ile düşük ve yüksek emisyon düzeylerinde etkili olan faktörlerin etkileri incelenmiştir.

Belirli  $\tau$  kantil (0.05, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75, 0.90, 0.95) değerleri için parametre tahmincileri aşağıdaki minimizasyon işlemi sonucunda elde edilmektedir.

$$\begin{aligned} \min_{\alpha, \theta, \gamma} \sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^{165} \sum_{t=1}^{36} w_j \rho_{\tau}(\ln CO_{2it} - a_i - \theta_1(\tau_j) \ln CO_{2it-1} - \theta_2(\tau_j) \ln P_{it} - \\ \theta_3(\tau_j) \ln A_{it} - \theta_4(\tau_j) \ln A^2_{it} - \theta_5(\tau_j) \ln IA_{it} - \theta_6(\tau_j) \ln EE_{it} - \theta_7(\tau_j) \ln URB_{it} - \\ \theta_8(\tau_j) \ln TRADE_{it} - \theta_9(\tau_j) Democ_{it} - \theta_{10}(\tau_j) Kaopen_{it} - \theta_{11}(\tau_j) Kyoto_{it} - \\ \gamma(\tau_j) z_{it}) + \lambda \sum_{i=1}^{165} |a_i| \end{aligned} \quad (4.16)$$

Burada  $\rho_{\tau}(u) = u(\tau - I(u < 0))$  kantil kayıp fonksiyonunu göstermektedir.  $w_j$  ağırlıkları,  $a_i$  parametrelerinin tahmini üzerindeki  $J$  tane kantilin  $\{\tau_1, \dots, \tau_J\}$  nispi etkisini kontrol etmektedir. Burada  $w_j = 1/7$  olarak ağırlıklandırılmıştır. (4.16)'da verilen modelin tahmini için ayar parametresi seçimi Galvao ve Monte-Rojas'ın önerdiği  $BIC_1$  ölçütü kullanılarak en uygun ayar parametresi seçimi yapılmıştır. Modelin tahmin edilebilmesi için Galvao tarafından önerilen  $\ln CO_{2it-2}$  iki gecikmeli bağımlı değişken araç değişken olarak kullanılmıştır. Optimal ayar parametresine ilişkin parametre değerinin seçim grafiği EK 7'de Şekil 3A'da verilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda  $\lambda = 3$  olarak belirlenmiştir.

Düşük ve yüksek emisyon dağılımına ilişkin cezalandırılmış araç değişkenli kantil regresyon tahmincileri Tablo 4.2' de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin modele dahil edilerek geçmiş dönem şoklarından bir sonraki dönem emisyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. Düşük emisyon düzeyinde geçmiş dönem  $CO_2$  emisyonunun etkisi pozitif iken istatistiksel olarak anlamlı değildir. 50<sup>th</sup> kantilden yüksek kantillere doğru geçmiş dönem  $CO_2$  emisyonunun etkisi negatif olmakta ve 90<sup>th</sup> ve 95<sup>th</sup> kantillerde istatistiksel olarak anlamlı hale gelmektedir. Dolayısıyla, yüksek kantillerde gecikmeli emisyon dağılımının etkisi negatif elastiktir. Bu durum özellikle yüksek emisyon düzeyindeki ülkelerin geçmiş dönem  $CO_2$  emisyonlarını göz önünde bulundurarak emisyon azaltım politikalarını uygulamaya çalıştığını gösterebilir.

**Tablo 4.2. Model Tahmin Sonuçları**

	Kantiller						
	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
<i>lnCO<sub>2,t-1</sub></i>	0.068 (0.2125)	0.022 (0.4471)	0.003 (0.2274)	-0.002 (0.3347)	-0.012 (0.9912)	-0.062* (1.9874)	-0.081** (2.4456)
<i>lnP</i>	<b>2.321***</b> (5.4518)	<b>2.228***</b> (4.3351)	<b>1.910***</b> (4.8845)	1.155 (1.5863)	0.712 (1.0024)	<b>0.0778*</b> (1.4233)	<b>0.052*</b> (1.9984)
<i>lnA</i>	<b>1.926***</b> (3.4587)	<b>1.955***</b> (3.9981)	<b>2.084**</b> (2.6145)	<b>2.221***</b> (4.3324)	<b>2.572***</b> (4.8844)	<b>2.654***</b> (5.1121)	<b>2.792**</b> (2.7745)
<i>lnA<sup>2</sup></i>	<b>-0.106*</b> (-2.3354)	<b>-0.102*</b> (-2.4457)	<b>-0.098**</b> (-2.8955)	<b>-0.096***</b> (-3.8897)	<b>-0.085***</b> (-3.7789)	<b>-0.082**</b> (-2.8845)	-0.055 (-1.5547)
<i>lnIA</i>	<b>0.221***</b> (3.2251)	<b>0.242***</b> (3.3354)	<b>0.371**</b> (2.7984)	<b>0.551***</b> (3.9987)	<b>0.574***</b> (3.8846)	<b>0.665***</b> (4.0012)	<b>0.691**</b> (2.9953)
<i>lnEE</i>	-0.121 (-1.0021)	<b>-0.135*</b> (-2.3365)	<b>-0.142*</b> (-2.6212)	<b>-0.352***</b> (-3.7456)	<b>-0.552***</b> (-4.0022)	<b>-0.621*</b> (-2.3321)	-0.541 (-1.6588)
<i>lnURB</i>	<b>0.170*</b> (2.6248)	<b>0.255**</b> (2.8342)	0.217 (1.4412)	<b>0.224***</b> (3.4751)	<b>0.108***</b> (4.0214)	<b>-0.328**</b> (-2.9987)	<b>-0.214***</b> (-4.4855)
<i>lnTRADE</i>	0.001 (0.2020)	0.034 (0.6971)	0.038 (0.8012)	0.045 (0.9370)	0.043 (0.8902)	0.026 (0.5302)	0.011 (0.3122)
<i>Democ</i>	<b>0.016**</b> (3.5985)	<b>0.009***</b> (2.9645)	<b>0.006**</b> (2.6122)	<b>0.004*</b> (1.9981)	0.001 (0.6209)	-0.004 (-1.1120)	<b>-0.013***</b> (-3.0214)
<i>Kaopen</i>	<b>0.028*</b> (1.9587)	0.008 (0.5973)	0.003 (0.3365)	-0.002 (-0.2175)	-0.004 (-0.3296)	-0.005 (-0.2533)	0.007 (0.0351)
<i>Kyoto</i>	0.008 (0.2412)	0.004 (0.2247)	0.001 (0.2621)	-0.003 (-1.1452)	-0.012 (-1.5321)	-0.019 (-1.4572)	-0.022 (-1.7120)
<i>EKC Dönüm Noktası</i>	1,996,112	2,115,332	3,414,466	5,720,660	7,798,058	10,669,788	NA

**Not:** Parantez içerisinde t- istatistikleri verilmiştir. \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Çalışmanın temel amacı demokrasi - finansal açıklık - emisyon ilişkisinin belirlenmesidir. Demokrasinin emisyon üzerinde heterojen bir etki yaratmaktadır. Elde edilen bulgulara göre, emisyonun koşullu dağılımı üzerinde kantiller boyunca değişkenlik göstermektedir. Düşük emisyon düzeyinde katsayı işareti pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenin büyüklüğü yüksek kantillere doğru gidildikçe azalmakta ve istatistiksel olarak anlamsız hale gelmektedir. 95<sup>th</sup> kantilde demokrasi – emisyon arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu durum özellikle yüksek emisyon düzeyindeki ülkelerde daha yüksek demokrasi seviyesinin çevrenin korunmasını teşvik ettiği anlamına gelmektedir. Çalışmanın üzerinde durduğu diğer etmen finansal açıklığın CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi sadece 5<sup>th</sup> kantilde istatistiksel olarak anlamlı iken diğer kantillerde anlamsızdır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, finansal açıklık derecesinin kirliliğe bağlı olduğu hipotezi desteklenmemektedir.

STIRPAT modeli yardımıyla modeldeki her bir itici güç için kantiller boyunca farklı ekolojik esneklik katsayıları elde edilebilmektedir. Nüfus büyüklüğü itici gücünün CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi incelendiğinde, nüfus artışının emisyonu artırıcı bir rol oynadığı ve CO<sub>2</sub>'nin koşullu dağılımı boyunca farklı marjinal etkisi olduğu görülmektedir. Düşük kantillerde (5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, 25<sup>th</sup>) istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif iken 50<sup>th</sup> kantilde anlamsız hale gelmektedir. Yüksek kantillerde (90<sup>th</sup>, 95<sup>th</sup>) ise yeniden istatistiksel olarak anlamlı hale gelmekte ve CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde pozitif bir etkisi olduğu görülmektedir. Düşük kantilde (5<sup>th</sup>) nüfus büyüklüğündeki %1'lik artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu %2.3 arttırdığı görülmekte ve dolayısıyla düşük emisyon düzeyinde nüfusun çevreye etkisi  $EE_{IP}=2.32$ 'dir. Yüksek kantilde (95<sup>th</sup>) nüfus büyüklüğündeki %1'lik artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.05 arttırdığı görülmekte ve yüksek emisyon düzeyinde nüfusun çevreye etkisi  $EE_{IP}=0.052$ 'dir. Bu durum düşük emisyonlu ülkelerde nüfus ile emisyon arasında elastik bir ilişki olduğu sonucunu ortaya çıkarmakta ve emisyon artışının nüfusun artışına göre daha hızlı arttığını ortaya koymaktadır. Yüksek emisyon yapan ülkelerde nüfus ile emisyon arasında inelastik bir ilişki söz konusudur. Emisyon artışının nüfus büyüme artışındaki değişime daha az duyarlı olduğunu göstermektedir.

Ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> emisyonunun koşullu kantillerde farklı heterojen etkileri görülmekte ve emisyonun artmasında önemli rol oynamaktadır. Özellikle yüksek emisyonlu ülkelerde ekonomik büyümenin emisyonun artmasındaki rolü büyüktür. CO<sub>2</sub>

emisyonu ne kadar çok olursa, ekonomik büyümenin etkilerinin de o kadar yüksek olacağını göstermektedir. Düşük emisyon düzeylerinde ekonomik büyümenin çevre üzerindeki ekolojik esneklik değeri  $EE_{IA}=1.93$ ; yüksek emisyon düzeylerindeki ekolojik esneklik katsayısı  $EE_{IA}=2.79$ 'dur. Bu durum, ekonomik büyüme ve emisyon arasında esnek bir ilişki olduğunu; çevresel bozulmanın itici güçlerdeki artıştan daha hızlı arttığını göstermektedir.  $A^2$  değişkeni, 95<sup>th</sup> kantil hariç bütün kantillerde anlamlıdır. Kuadratik gösterim gelir ile emisyon arasında ters-U şeklindeki EKC hipotezinin geçerli olduğunu belirtilmektedir.\*\*\*\* Kantil regresyon model yapısında tek bir dönüm noktası elde edilmemekte; her bir kantil için ayrı dönüm noktaları hesaplanmaktadır. EKC dönüm noktaları bulguları incelendiğinde sonuçların oldukça yüksek çıktığı görülmektedir. Tahmin edilen dönüm noktaları tüm ülkelerin gelir düzeylerinin üzerindedir. Bu nedenle, küresel emisyon - gelir ilişkisinin ters-U şeklinde değil aslında monotonik bir yapı sergilediği dikkat çekmektedir.

Teknoloji değişimi iki vekil değişken tarafından incelenmiştir. İlki, endüstriyel faaliyetler emisyon dağılımı üzerinde heterojen bir etkiye sahiptir. Sanayileşme özellikle 90<sup>th</sup> ve 95<sup>th</sup> kantillerinde diğer kantillere göre oldukça yüksektir. Endüstriyel ölçekteki farklılıklar enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonunun da önemli farklılıklara yol açabilmektedir. Düşük ve yüksek emisyon düzeyindeki ülkelerdeki endüstriyel faaliyetler ve emisyon arasında inelastik bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Emisyondaki artışta endüstriyel aktivitelerin rolünün çok büyük olduğu konusuna şüpheyle bakılabilmektedir. Diğer vekil değişken ise, enerji verimliliğidir. Enerji verimliliği CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılmasında rol oynayan teknolojinin rolü incelenmesine olanak sağlamaktadır. Enerji verimliliğinin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde azaltıcı rolü olduğu görülmektedir. Çalışmada 5<sup>th</sup> ve 95<sup>th</sup> kantilleri hariç diğer kantillerde enerji verimliliğinin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Bütün kantiller boyunca emisyonu azaltmada rol oynarken en büyük etkiyi yüksek emisyonlu ülkelerde göstermektedir. Yüksek emisyonlu ülkelerin ekonomik büyümeleri de büyük olduğundan enerji azaltımına yönelik teknolojileri hayata geçirebilirler. Enerji verimliliği ve emisyon ilişkisi negatif

---

\*\*\*\* Her bir kantil değerine karşılık gelen EKC'nin dönüm noktası  $\exp\left(-\frac{\hat{\theta}_{3\tau}}{2\hat{\theta}_{4\tau}}\right)$  formülasyonu ile elde edilir.

inelastiktir. CO<sub>2</sub> emisyonu enerji verimliliğindeki artışa karşılık daha az oranda azalmaktadır.

Modele dahil edilen kentleşme düzeyi, ticaret açıklığı ve Kyoto protokolü kontrol değişkenleri incelendiğinde kentleşmenin düşük ve yüksek emisyon düzeylerinde farklı etkilere sahipken; ticaret açıklığı ve Kyoto Protokolünün kantiller boyunca CO<sub>2</sub> emisyon dağılımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Kentleşme ve düzeyi ve emisyon arasında düşük emisyon yapan ülkelerde inelastik bir ilişki mevcutken; yüksek emisyon yapan ülkelerde negatif inelastik bir ilişki söz konusudur. 5<sup>th</sup> kantilde kentleşme düzeyindeki %1'lik artış emisyonu %0.17 arttırmakta ve emisyondaki artışının kentleşme düzeyine daha az duyarlıdır. 95<sup>th</sup> kantilinde ise kentleşme düzeyindeki %1'lik artışın emisyon üzerinde %0.241'lik bir azalışa neden olduğu görülmektedir.

Modelde ele alınan değişkenlerin kantiller boyunca heterojen etki gösterip göstermediğinin test edilmesi için; yani eğim parametreleri eşitsizliğinin test edilmesinde Wald testi kullanılmıştır. Farklı ayar parametresi değerleri dikkate alınarak en düşük ve en yüksek kantillerdeki eğim parametreleri arasında farklılık olup olmadığı test edilmiştir. Test Sonuçları Ek 6'da Tablo 6A'da verilmiştir. Modelde sabit etkilerin ortak bir değere daraltılması amacıyla kullanılan ayar parametre değeri 3 olarak belirlenmiştir. Tablo 6A'da alternatif ayar parametre değerleri için düşük ve yüksek emisyon düzeylerinde CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde etkili olan insan kaynaklı faktörlerin etkilerine ilişkin eğim parametrelerinin farklılıkları test edilmiştir. Bunun yanı sıra alternatif ayar parametre değerleri kullanılarak dinamik panel kantil regresyon modellerinde gecikmeli bağımlı değişkenin açıklayıcı değişken olarak modele dâhil edilmesinde ortaya çıkan dinamik yanlılık ve tesadüfi parametre sorununun ortadan kaldırılması için önerilen iki tahmin yöntemine ilişkin parametre yanlılıklarına ait bulgular EK 7'de Tablo 7A'da verilmiştir. Tablo 7A'ya göre parametre yanlılıklarını en aza indirgeyen cezalandırılmış sabit etkili araç değişken kantil regresyon tahmin yöntemi uygun tahmin yöntemi olarak belirlenmiştir.

Çalışmada özetle heterojen bir dağılıma sahip olan CO<sub>2</sub> emisyonunun düşük ve yüksek emisyon dağılımı üzerinde nüfus büyüklüğü, ekonomik büyüme, endüstriyel faaliyetler olarak ele alınan itici güçlerin etkili olduğu, bunun yanı sıra kontrol

değişkenler arasında sadece kentleşme düzeyinin emisyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Çalışmada özellikle demokrasi düzeyi ve finansal açıklığın CO<sub>2</sub> emisyon dağılımı üzerindeki dağılımsal heterojenliği analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda demokrasi düzeyinin koşullu kantiller boyunca farklı marjinal etkileri olmasına rağmen; finansal açıklığın emisyon dağılımı üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Bu durum yüksek demokrasi düzeyindeki ülkelerin CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltımına ilişkin politika yapımlarında ve kamuoyu bilincinin oluşturulmasında etkili olabileceği düşüncesini akla getirmektedir. Dinamik panel kantil regresyon modeli yardımıyla CO<sub>2</sub> emisyonunun gecikmeli değeri açıklayıcı değişken olarak modele dahil edildiği durumda ortaya çıkan dinamik yanlılık ve birim sayısı zaman dönemi sayısından fazla olduğunda karşılaşılan parametre yanlılık sorunu cezalandırılmış sabit etkili araç değişken kantil regresyon tahmin yöntemiyle iyileştirilmiştir.

Dünyayı tehdit eden küresel ısınma sorununun temel etmeni CO<sub>2</sub> emisyonunun artmasında etkili rol oynayan insan kaynaklı faktörlerin yönetimine ilişkin politikalar emisyon düzeylerine göre farklılık gösterebilmektedir. Düşük ve yüksek emisyon düzeylerindeki farklı önem seviyelerine göre politika yapımcılarının durumu dikkate almaları gerekmektedir. Bunun yanı sıra demokrasi seviyesinin yükselmesinin CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltımında etkili olduğu vurgulanmaktadır.



## SONUÇ

Çağımızın problemi olan küresel ısınma ve iklim değişikliği, insanoğlunun maruz kaldığı en büyük çevresel tehditler arasında yer almaktadır. Sadece çağımızın değil gelecek yılları da tehdit eden bu sorunun temel nedeni atmosfere salınan sera gazları, özellikle karbondioksit gazıdır. Atmosfere salınan karbondioksit gazının temel belirleyicisi insan kaynaklı faktörlerdir. Literatürde insan kaynaklı faktörlerin çevre üzerindeki etkilerinin incelendiği birçok yöntem ve uygulama geliştirilmiştir. Elde edilen bulguların zaman boyutları, ele alınan ülke veya ülke grupları ve değişkenler açısından farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde karbondioksit emisyonunun artışında rol oynayan faktörlerin belirlenebilmesi için emisyonunun dağılımsal heterojenliğinin dikkate alınması gerekmektedir. Klasik regresyon tekniklerinin kullanıldığı çalışmalarda sadece bağımlı değişkenin koşullu ortalaması üzerine odaklanıp regresyon tahminleri yapılmaktadır. Seri içerisinde var olan outlier değerler veya seri dağılımının normal dağılıma uymadığında elde edilen tahminler güvenilir sonuçlar vermemektedir. Dolayısıyla alternatif regresyon yöntemleri geliştirilmiştir. Alternatif regresyon modelleri arasında yer alan kantil regresyon outlier değerlere daha az duyarlı olduğu için robust tahmincilerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Kantil regresyon modelleri, bağımlı değişkenin koşullu kantilleri üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin tam resmini ortaya konulmasına ilişkin etkili bir yöntem olarak bilinmektedir. Literatürde kantil regresyon uygulamaları gittikçe önem kazanmakta ve araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilen modeller arasında yer almaktadır.

Koenker (2004) tarafından literatüre kazandırılan panel kantil regresyon modelleri panel veri modelleri ile kantil regresyon modellerinin birleşiminden oluşmaktadır. Bu modellerde panel veriler aracılığıyla gözlemlenemeyen birim etkiler kontrol edilirken, kantil regresyon yöntemi aracılığıyla dağılımın heterojenliği dikkate alınmaktadır. Panel kantil regresyon modellerinin tahmin edilebilmesi için farklı tahmin yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar sabit etkilerin ortak bir parametreye doğru daraltılmasına yönelik kullanılan cezalandırılmış kantil regresyon tahmincisi ve iki aşamalı kantil regresyon tahmincisidir. Panel kantil regresyon modelleri arasında yer alan ilişkili rassal etkiler kantil regresyon modelinde sabit katsayı ile açıklayıcı değişken arasındaki ilişkinin

dağılımı yapılarak tahmin edilmektedir. Abrevaya ve Dahl (2008) tarafından geliştirilen bu model Chamberlain'in (1994) ilişkili rassal etkiler modelinin kantil regresyona uyarlanmış halini oluşturmaktadır.

Galvao (2009) tarafından geliştirilen dinamik panel kantil regresyon modelinde, sabit etkili dinamik panel veri modelleri kantil regresyon çerçevesinde ele alınmaktadır. Bağımlı değişkenin gecikmesinin modele açıklayıcı değişken olarak dahil edildiği modelde tıpkı dinamik panel veri modellerinde olduğu gibi dinamik yanlılık sorunuyla karşılaşmaktadır. Yazar bu sorununun üstesinden gelebilmek için Chernozhukov ve Hansen'in (2006,2008) öne sürdüğü araç değişkenli kantil regresyon tahmin yöntemini kullanılmaktadır. Araç değişken yöntemi ile modeldeki dinamik yanlılık sorunu ortadan kaldırılmaktadır. Birim sayısının zaman dönem sayısından fazla olduğu durumda, gecikmeli bağımlı değişkenin açıklayıcı değişken olarak modele dâhil edildiği durumda tıpkı EKK modellerinde olduğu gibi tesadüfi parametre sorunuyla karşılaşmaktadır. Bağımlı değişkenin gecikmesinin modelde açıklayıcı değişken olarak yer aldığı anda ortaya çıkan dinamik yanlılık sorunu ve tesadüfi parametre sorununun ortadan kaldırılabilmesi için Galvao ve Monte-Rojas (2010) tarafından cezalandırılmış sabit etkili araç değişken tahmin yöntemi önerilmektedir. Bu yöntemde Koenker'in (2004) geliştirdiği sabit etkileri cezalandırma yöntemi ile Chernozhukov ve Hansen'in (2006,2008) geliştirdiği araç değişken tahmin yöntemi birleştirilmektedir. Geliştirilen yöntemin tahmin edilmesi sonucunda tutarlı ve asimtotik olarak normal dağılıma sahip tahminciler elde edilmektedir.

Bu çalışmada, küresel ısınmanın meydana gelmesinde önemli rol oynayan karbondioksit emisyonlarını arttırıcı insan kaynaklı faktörlerin düşük ve yüksek emisyon düzeylerindeki etkileri incelenmiştir. Farklı emisyon düzeylerinde etkili olan faktörlerin ortaya konulması için Dietz ve Rosa (1994) ve York vd. (2003a, 2003b) tarafından geliştirilen STIRPAT modeli kullanılmıştır. Bu model, her bir faktörün birimsel etkisine ilişkin hipotezlerin test edilmesine olanak sağlayan stokastik bir modeli ifade etmektedir. Farklı emisyon düzeylerinde etkili olan her bir itici gücün ekolojik esnekliklerinin hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. Çalışmada demokrasi - finansal açıklık - emisyon ilişkisi analiz edilmiş; düşük ve yüksek emisyon sürecinde etkili olan insan faktörlerinin etkileri incelenmiştir. 1980-2015 yılları arasında 165 ülke verisi kullanılmıştır. Gecikmeli emisyon değerinin modele dahil edildiği dinamik yapı ele alınarak emisyon üzerinde

etkili olan unsurlar Galvao ve Monte-Rojas'ın (2010) geliştirdiği cezalandırılmış sabit etkili araç değişken kantil regresyon tahmin yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada dinamik panel veri modelinin tahmin edilebilmesi için öncelikle sabit etkilerin ortak bir değere doğru daraltılmasında daraltmanın derecesini belirleyen ayar parametresi seçimi yapılmıştır. Ayar parametresi seçiminde  $BIC_1$  ölçütü kullanılmıştır. Gecikmeli bağımlı değişken varlığında modeldeki dinamik yanlılığın ortadan kaldırılabilmesi için Galvao'nun (2009) çalışmasında önerdiği araç değişkenler seçilmiştir.

Yapılan model tahmini sonucuna göre demokrasi düzeyinin emisyon dağılımı üzerinde heterojen bir etkisi olduğu kantiller boyunca CO<sub>2</sub> emisyon dağılımı üzerinde değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Düşük emisyon düzeylerinde katsayı işareti pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı iken; yüksek emisyon düzeylerine doğru gidildikçe etkisi azalmaktadır. En üst kantilde, yani yüksek emisyon düzeylerinde, istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki içerisinde olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu durum yüksek emisyonlu ülkelerde, daha yüksek demokrasi düzeyinin çevrenin korunmasını teşvik edeceği anlamına gelebilir. Siyasi haklar ve bilgi özgürlüğü, çevresel çıkar gruplarını cesaretlendirerek halkın bilinçlendirilmesi ve çevre mevzuatlarının yürürlüğe girmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Demokratik toplumlar otokrasi ile yönetilen toplumlarla karşılaştırıldığında, çevresel konularla ilgili bilgilerin daha serbestçe paylaşıldığı ve siyasi hakların korunduğu dikkat çekmektedir. Dolayısıyla çevresel çıkar grupları çevresel sorunlar üzerindeki faaliyetlerin organize edilmesinde ve insanların bilgilendirilmesinde demokratik toplumlarda daha başarılı olduğu görülmektedir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, demokratikleşme düzeyi artınca emisyonun azaldığı dikkat çekmektedir. Ülkeler demokratikleşme sürecine girdiğinde emisyonlarının birden azalması beklenmemekte; bu durumun, çevresel farkındalığın öneminin duyurulmasında oldukça etkili olduğu düşünülmektedir.

Finansal açıklığın etkisi sadece düşük kantilde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bulgulara göre, ülkenin finansal açıklığının derecesinin kirliliğe bağlı olduğu hipotezi desteklenmemekte ve dolayısıyla farklı emisyon düzeylerinde finansal açıklığın emisyon azaltımında etkili olmadığı görülmektedir.

Çevresel etkinin incelenmesinde kullanılan STIRPAT modelinin temel belirleyicileri arasında yer alan nüfus değişkeni, CO<sub>2</sub> emisyon dağılımı üzerinde bütün

kantillerde istatistiksel olarak anlamlıdır. Nüfus büyüklüğünün katsayı büyüklüğü incelendiğinde düşük emisyonlu ülkelerde büyük nüfusun CO<sub>2</sub> emisyonunun artmasındaki en önemli etmenler arasında yer alırken; yüksek emisyonlu ülkelerde nüfusun emisyonuna etkisi giderek azalmaktadır. Bunun yanı sıra ekonomik büyümenin de emisyon artışında önemli ve heterojen bir rolü mevcuttur. Emisyon artışında ekonomik büyümenin rolü incelendiğinde yüksek emisyon seviyelerinde daha fazla etkiye sahip olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, sabit varlıklar ve ihracat ticaretine yapılan geniş çaplı yatırımlarla ilişkilendirilebilir. Özellikle dünyanın en fazla karbon salınımı yapan ülkeleri arasında yer alan Çin'in ekonomisi uzun süredir yapılan yatırımlar sonucunda hızlı bir ekonomik büyüme kaydetmektedir. Yol, köprü gibi sabit varlıklardaki yatırımların genişletilmesiyle demir ve çelik tüketimi, çimento üretimi gibi unsurlar enerji tüketiminde ve CO<sub>2</sub> emisyonlarında artışa neden olmaktadır. Dolayısıyla, ekonomik büyümenin emisyon arttırıcı rol oynadığı desteklenmektedir. Çalışmada gelir - emisyon ilişkisinin incelendiği EKC hipotezinin geçerli olup olmadığı test edilmekte ve kuadratik sonuç ters-U şeklinde ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Her bir kantile ilişkin dönüm noktaları hesaplandığında, elde edilen değerlerin bütün ülkelerin gelir düzeylerinin çok üzerinde olduğu dikkat çekmektedir. Benzer bir şekilde, Holtz-Eakin ve Selden'in (1995) çalışmalarında bahsedilen dönüm noktası kişi başına düşen gelirin oldukça üzerinde olduğunu belirtmektedir. Kükürt dioksit emisyonu gibi bölgesel kirlilik sorunlarında EKC çalışmaları ters-U şeklinde bir ilişki göstermesine rağmen karbondioksit emisyonu gibi küresel kirlilik sorunlarında bu durumun görülme ihtimali oldukça düşük olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum için yapılabilecek en genel açıklama olarak, CO<sub>2</sub> emisyonları bölgesel kirlilik etkileri olmadığı için denetim altına alınmasının oldukça güç olduğu vurgulanmaktadır. Fakat kükürt gibi bölgesel kirleticilerin belirgin ve daha bölgesel etkileri olduğu için denetim altına alınabilmektedir. Emisyon artışında etkili olan diğer faktör endüstriyel faaliyetlerdir. Sanayi sektörü en fazla enerji tüketen sektörler arasında yer almaktadır. Sanayi sektörünün gelişimi demir - çelik, çimento, demir dışı metal imalatı ve kimya gibi ağır sanayilerin hızla genişlemesine bağlıdır. Bu sanayilerin gelişimi fosil yakıt tüketimini arttırmakta ve CO<sub>2</sub> emisyonunun artışına neden olmaktadır. Sanayileşmenin artması sadece sanayi sektörünün hızlı gelişimine neden olmamakta bunun yanı sıra inşaat sektöründe büyümesinde rol oynamaktadır. İnşaat endüstrisinin

büyümesi demir- çelik, metal, çimento ve makine ürünleri gibi çok sayıda sanayi ürününe ihtiyaç duymaktadır.

Kontrol değişkenleri olarak modelde yer alan kentleşme, ticaret açıklığı ve Kyoto Protokolü'nü onaylamanın emisyon üzerindeki etkisi incelendiğinde ise, sadece kentleşme düzeyinin anlamlı sonuçlar verdiği görülmektedir. Ekolojik modernleşme ve kentsel çevre geçiş teorileri, kentleşmenin önsel net etkisinin belirlenmesindeki zorluğa rağmen çevre üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri olabileceğini kabul etmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, kentleşme düzeyinin emisyon artışında yüksek olmasa dahi önemli bir payı olduğu görülmektedir. Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda emisyonun artmasındaki temel etken faktörler arasında ön sıralarda yer almadığı görülmektedir. Düşük ve yüksek emisyon yapan ülkelerde kentleşme etkisinin değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir. Kentleşmeyle birlikte düşük emisyonlu ülkelerde CO<sub>2</sub> emisyonu artarken yüksek emisyon düzeylerine doğru gidildikçe negatif bir etkisi olduğu dikkat çekmektedir. Kentleşme düzeyi, ekonomik faaliyetlerle ilişkilendirilebilmektedir. Ekonomik faaliyetleri yüksek olan ülkeler daha fazla servet üretmekte ve dolayısıyla zenginleşen halk emisyon artışına neden olabilecek enerji-yoğun ürünleri talep etmektedir. Bunun yanı sıra refah düzeyinin artmasıyla bireylerin çevre üzerindeki farkındalıkları farklılaşmaktadır. Artan kentleşme aynı zamanda kamu alt yapısı için ölçek ekonomilerini kolaylaştırmaya yardımcı olmakta ve bu ölçek ekonomileri daha düşük çevresel bozulmalara yol açabilmektedir. Ticaret açıklığının etkisi pozitif fakat kantiller boyunca anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Dünya'daki küresel ısınma sorununun temel unsurlarından biri haline gelen CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılmasında Kyoto Protokolü'nün etkisi incelendiğinde, düşük ve yüksek emisyonlarda etkisinin farklı olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı olmadığı dikkat çekmektedir. Bu durum özellikle Çin ve diğer gelişmekte olan ülkelerin çoğundaki büyümenin, gelişmiş ülkelere ihraç edilen mal ve hizmetlerin üretilmesiyle gerçekleşmesinden dolayı ulusların başarıları Kyoto hedefleriyle bulanıklaşmaktadır. Kyoto Protokolü yükümlülükleri doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucunda, dünya üzerindeki karbon emisyon rakamlarında azalma olmamakta hatta Çin gibi gelişmekte olan ülkelerin yaptıkları CO<sub>2</sub> emisyonlarında sürekli bir artış görülmektedir. Dolayısıyla Kyoto Protokolü yükümlülükleri bağlayıcı olmayan nitelikte olması nedeniyle başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Fakat küresel iklim diplomasisinde atılan önemli bir ilk

adım niteliğini halen korumaktadır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, kantil regresyon yöntemiyle emisyon dağılımının düşük ve yüksek kantillerinde etkili olan insan kaynaklı faktörler incelendiğinde literatürle örtüşen sonuçların elde edildiği görülmektedir.



## KAYNAKÇA

### Kitaplar

- ALTUĞ Fevzi Altuğ, *Çevre Sorunları*, Yayın No.41, Uludağ Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayını, Bursa, 1990.
- ARELLANO Manuel, *Panel Data Econometrics: Advanced Texts in Econometrics*, Oxford University Press, New York, 2004.
- ASHENFELTER Orley, Phillip B. LEVINE, David J. ZIMMERMAN, *Statistics and Econometrics: Methods and Applications*, John Wiley & Sons, Australia, 2002.
- BALTAGI Badi H., *Econometric Analysis Of Panel Data*, 3 b., John Wiley&Sons, New York, 2005.
- BOSERUP Ester, *The Conditions of Agricultural Growth the Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*, London G. Allenand Unwin, Chicago, 1965.
- BOZKURT Yavuz, *Çevre Sorunları*, Ekin Kitabevi, Bursa, Bursa, 2012.
- BURGENMEIER Beat, *Economy, Environment and Technology: A Socio-Economic Approach*, Routledge, NewYork, 1994.
- CAMERON A. Colin ve Pravin K. TRIVEDI, *Microeconometrics Using Stata*, Stata Press Publication, Texas, 2009a.
- CAMERON A. Colin ve Pravin K. TRIVEDI, *Microeconometrics Methods And Applications*, 8 b., Cambridge UniversityPress, New York, 2009b.
- CHAMBERLAIN Gary, "Panel Data Handbook of Econometrics (Chapter 22)", *Handbook of Econometrics*, (ed.)Zvi Griliches ve Michael Intriligator, C. 2, 1984, ss.1247-1318.
- DAVINO Christina - Marilena FURNO - Domenico VISTOCCO, *Quantile Regression Theory and Applications*, John Wiley&Sons, United Kingdom, 2014.
- DAVISON A.C. ve HINKLEY D.V., *Bootstrap Methods and Their Application*, Cambridge University Press, United Kingdom, 1997.
- DUNLAP Riley E., "Environmental Sociology (Chapter 10)" *Handbook Of Environmental Psychology*, (ed.) Robert B. Bechtel, Arza Churchman, , Riley E. DUNLAP), John Wiley&Sons, Inc., New York, 2002.
- EHRlich Paul R. ve John P. HOLDREN, "Impact of Population Growth", *Population, Resourcesand the Environment*, (ed.) R. G. Riker, Washington, Government Printing Office, DC.,1972.
- ESHACH Haim, *Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools*, Springer, Dordrecht, 2006.
- FOSTER John Bellamy, *The Vulnerable Planet: A Short Economic History Of The Environment*, Monthly Review Press, New York, 1999.
- GILCHRIST Warren G., *Statistical Modelling with Quantile Functions*, Chapman & Hall/Crc, Florida, 2000.



- GREENE William H., *Econometric Analysis*, 6 b., Pearson Prentice Hall, United States of America, 2007.
- GÜRİŞ Selahattin, *STATA ile Panel Veri Modelleri*, Der Yayınları, İstanbul, 2015.
- GÜRSAKAL Necmi, *Betimsel İstatistik*, 7 b., Dora Yayıncılık, Bursa, 2012.
- HAO Lingxin ve Daniel Q. NAIMAN, *Quantile Regression, Series: Quantitative Applications In The Social Sciences*, SAGE Publications, California, 2007.
- HANNIGAN John, *Environmental Sociology*, 2 b., Routledge, New York, 2006.
- HAYASHI Fumio, *Econometrics*, Princeton University Press, New Jersey, 2000.
- HILL R.Carter, William E. GRIFFITHS, Guay C. LIM, *Principles of Econometrics*, 4 b., John Wiley & Sons, Inc, United States of America, 2011.
- HSIAO Cheng, *Analysis of Panel Data*, 2 b., Cambridge University Press, New York, 2003.
- IPCC, *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*, (ed.) J. T. Houghton, G.J.Jenkins, J.J. Ephraums, Cambridge University Press, New York, 1991.
- IPCC, “Special report on emissions scenarios”, *Emission Scenarios*, (ed.) Nebojsa Nakicenovic, Robert Swart, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- KELEŞ Ruşen ve Can HAMAMCI, *Çevrebilim*, İmge Kitabevi, Ankara, 1993.
- KOENKER Roger, *Quantile Regression*, Cambridge University Press, New York, 2005.
- KOENKER Roger, Zhijie XIAO, “Quantile Autoregression”, *Journal of the American Statistical Association*, 101, 475, 2006, ss.980-1006.
- KRISHNAMOORTHY Kalimuthu, *Handbook of Statistical Distributions with Applications*, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 2006.
- MADRA Ömer, *Niçin Daha Fazla Bekleyemeyiz: Küresel Isınma ve İklim Krizi*, Agora Kitaplığı, İstanbul, 2007.
- MALTHUS Thomas Robert, *Essay on the Principle of Population*, Electronic Scholarly Publishing Project, London, 1798.
- MÁTYÁS László, Patrick SEVESTRE, *The Econometrics of Panel Data: A Handbook of the Theory with Applications*, 2b., Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1996.
- MEHTA Michael D. ve Eric OUELLET, *Environmental Sociology Theory and Practice*, Captus Press, Canada, 1995.
- MITCHELL Ronald B., *International Politics and The Environment*, SAGE Publications, London, 2010.
- PANNEERSELVAM A.- Mohana RAMAKRISHNAN, *Environmental Science Education*, Sterling Publishers, New-Delhi, 2005.
- PATERSON Matthew, *Global Warming And Global Politics*, Routledge, London, 1996.
- ROBERTS J. Timmons ve Bradley PARKS, *A Climate of Injustice: Global Inequality, North-South Politics, and Climate Policy*, The MIT press, Cambridge, 2007.
- SERPER Özer, *Uygulamalı İstatistik*, 7b., Ezgi Kitabevi, Bursa, 2014.

- SIMON Julian, *The Ultimate Resource 2*, Princeton University Press, New Jersey, 1996.
- STOCK James H.ve Mark W. WATSON, *Introduction To Econometrics*, Pearson Addison Wesley, Boston, 2007.
- TATOĞLU YERDELEN Ferda, *İleri Panel Veri Analizi STATA Uygulamalı*, Beta Basım ve Yayım A.Ş., İstanbul, 2012.
- TOMANBAY Mehmet, *Dünyada Su ve Küresel Isınma Sorunu*, Phoenix Yayınevi, Ankara, 2008.
- VENES Donald, *Taber's Cyclopedic Medical Dictionary*, 21 b., F. A. Davis Company, Philadelphia, 2009.
- VERBEEK Marno, *A Guide to Modern Econometrics*, 2 b., John Wiley & Sons, Ltd., England, 2004.
- WOOLDRIDGE Jeffrey M., *Introductory Econometrics A Modern Approach*, 6 b., Cengage Learning, Boston, 2016.
- WOOLDRIDGE Jeffrey M., *Econometric Analysis Of Cross Section And Panel Data*, 2 b., MIT Press, London, 2010.

#### **Makaleler**

- ABREVAYA Jason ve Christian M. DAHL, “The Effects Of Birt Inputs On Birtweight: Evidence From Quantile Estimation on Panel Data”, *Journal Of Business & Economic Statistics*, 26, 4, 2008, ss.379-397.
- ACARAVCI Ali ve İlhan ÖZTÜRK, “On The Relationship Between Energy Consumption, CO2 Emissions And Economic Growth In Europe”, *Energy*, 35, 12, 2010, ss.5412-5420.
- ALAGIDEDE Paul ve Theodore PANAGIOTIDIS, “Stock Returns And Inflation: Evidence From Quantile Regressions”, *Economics Letters*, 117, 1, 2012, ss.283-286.
- ALEXANDER Marcus, Matthew HARDING, Carlos LAMARCHE, “Quantile Regression for Time Series Cross Sectional Data”, *International Journal of Statistics and Management System*, 6, 1-2, 2011, ss.47-72.
- ALPER Değer – Adem ANBAR, “Küresel Isınmanın Dünya Ekonomisine ve Türkiye Ekonomisine Etkileri”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 4, 2007, ss.15-54.
- ANDERSON T. W. ve Cheng HSIAO, “Estimation of Dynamic Models with Error Components”, *Journal of the American Statistical Association*, 76, 375, 1981, ss.598-606.
- ANDREWS Donald W.K., Moshe BUNCHINSKY, “A Three-Step Method For Choosing The Number Of Bootstrap Repetitions”, *Econometrica*, 68, 1, 2000, ss. 23-51.
- ARELLANO Manuel ve Stephen BOND, “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations”, *The Review of Economic Studies*, 58, 2, 1991, ss. 277-297.

- ARELLANO Manuel ve Olympia BOVER, “Another Look At The Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models”, *Journal of Econometrics*, 68, 1995, ss.29-51.
- BACHE Stefan Holst Milton, Christian Møller DAHL, Johannes Tang KRISTENSEN, “Headlights On Tobacco Road To Low Birthweight Outcomes: Evidence From Battery Of Quantile Regression Estimators and A Heterogeneous Panel”, *Empirical Economics*, 44, 2013, ss. 1593-1633.
- BARGAIN Oliver ve Prudence KWENDA, “Earnings Structures, Informal Employment and Self Employment: New Evidence From Brazil, Mexico and South Africa”, *The Review Income and Wealth*, 57, 2011, s.100-122.
- BAŞAR Selim - Sinan M. TEMURLENK, “Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”, *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21, 1, 2007, ss.1-12.
- BAUR Dirk, Michaele SAISANA, Niels SCHULZE, “Modelling The Effects Of Meteorological Variables On Ozone Concentration- A Quantile Regression Approach”, *Atmospheric Environment*, 38, 28, 2004, ss.4689-4699.
- BAYRAÇ H. Naci, “Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 2, 2010, ss.229-260.
- BUNCHINSKY Moshe, “Changes in the U.S. Wage Structure 1963-1987: Application of Quantile Regression”, *Econometrica*, 62, 2, 1994, ss. 405-458.
- BUNCHINSKY Moshe, “Recent Advances in Quantile Regression Models: A Practical Guideline For Empirical Research”, *The Journal of Human Resources*, 33, 1, 1998, ss.88-126.
- CANAY Ivan A., “A Simple Approach To Quantile Regression For Panel Data”, *Econometrics Journal*, 14, 3, 2011, ss.368–386.
- CHEN Colin ve Ying WEI, “Computational Issues For Quantile Regression”, *The Indian Journal of Statistics*, 2005, 67, 2, ss.399-417.
- CHERTOW Marrian R., “The IPAT Equation and Its Variants”, *Journal of Industrial Ecology*, 4, 4, 2001, ss.13-29.
- CLARK Tom S. ve Drew A. LINZER, “Should I Use Fixed or Random Effects?”, *The European Political Science Association*, 3, 2, 2015, ss. 399-408.
- COMMONER Barry, “Economic Growth and Ecology- A Biologist’s View”, *Monthly Labor Review*, 94, 11, 1971, ss.3-13.
- ÇAMURCU Hayri, “Dünya Nüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar”, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005, ss.87-105.
- ÇOBAN Orhan - Nazan Şahbaz KILINÇ, “Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonu İlişkisi: TR Örneği”, *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 38, 2015, ss. 195-208.
- DAMAR Nedim Bülent, “Paris İklim Değişikliği Anlaşması Cop 21 Ve Türkiye”, *Elektrik Mühendisliği*, 456, Mart 2016, ss.69-72.

- DASGUPTA Partha ve Karl-Goran MALER, “Poverty, Institutions, and The Environmental Resource-Base”, *Handbook of Development Economics*, 3, 1, 1995, ss. 2371-2463.
- DASGUPTA Susmita v.d., “Confronting the Environmental Kuznets Curve”, *The Journal of Economic Perspectives*, 16, 1, 2002, ss.147-168.
- DEKA Pratisha Padmasri, “Psychological Dependence And Association Of Man With Environment: A Conceptual Study”, *International Journal Of Management and Social Science Research Review*, 1, 17, 2015, ss. 120-124.
- DIETZ Thomas ve Eugene A. ROSA, “Rethinking the Environmental Impacts of Population, Affluence and Technology”, *Human Ecology Review*, 1, 1994, ss.277-300.
- DIETZ Thomas ve Eugene A. ROSA, “Effects of Population And Affluence on CO2 Emissions”, *The National Academy of Sciences of the USA*, 94, 1997, ss.175-179.
- DINDA Soumyananda, “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, *Ecological Economics*, 49, 4, 2004, ss.431-455.
- DULUPÇU Murat A., “Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler”, *Dış Ticaret Dergisi*, 20, 2000, ss.46-70.
- DURU Bülent, “Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni”, *Mülkiye Dergisi*, 25, 230, 2001, ss.301 – 333.
- EFRON Brad, Bootstrap Methods: Another Look At The Jackknife”, *The Annals Of Statistics*, 7, 1, 1979, ss.1-26.
- EHRlich Paul R. ve John P. HOLDREN, “Impact of Population Growth”, *Science*, 171, 3977, 1971, ss.1212-1217.
- ENGİN Billur, “İklim Değişikliği İle Mücadele Uluslararası İşbirliğinin Önemi”, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 2010, ss.71-82.
- ERATAŞ Filiz ve Doğan UYSAL, “Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “BRIC” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi”, *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64, 2014, ss.1-25.
- FAN Ying vd., “Analyzing Impact Factors of CO2 Emissions Using The STIRPAT Model”, *Environmental Impact Assessment Review*, 26, 2006, ss.377-395.
- FARZIN Y. Hossein ve Craig A. BOND, “Democracy and environmental quality”, *Journal of Development Economics*, 81, 1, 2006, ss. 213-235.
- FOSTER-McGREGOR Neil, Anders ISAKSSON, Florian KAULICH, “Outward Foreign Direct Investment, Exporting and Firm Level Performance in sub-Saharan Africa”, *The Journal of Development Studies*, 50, 2, 2014, ss.244-257.
- GALVAO Antonio F. Ve Gabriel V. MONTE-ROJAS, “Penalized Quantile Regression For Dynamic Panel Data”, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 140, 11, 2010, ss.3476-3497.
- GALVAO Antonio F., “Quantile Regression For Dynamic Panel Data With Fixed Effects”, *Journal of Econometrics*, 164, 1, 2011, ss.142-157.

- GREEN Cynthia, "The Environment and Population Growth: Decade For Action", *Population Reports, Series M*, 10, 1992, ss.1-31.
- GÜLBAHAR Onur, "Küresel Isınma ve Turizme Olası Etkileri ve Türkiye", *KMU İİBF Dergisi*, 10, 15, 2008, sS.160-198.
- GÜLOĞLU Bülent, Sinem Güler KANGALLI UYAR, Umut UYAR, "Dynamic Quantile Panel Data Analysis of Stock Returns Predictability", *International Journal of Economics and Finance*, 8, 2, 2016, ss.115-126
- HARBAUGH William T., Arik LEVINSON, David Molloy WILSON, Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve", *Review of Economics and Statistics*, 84, 3, 2002, ss.541-551.
- HAUSMAN J.A., "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica*, 46, 6, 1978, ss.1251-1271.
- HENRIQUES Sofia Teives ve Karol J. BOROWIECKI, "The Drivers Of Long-Run CO2 Emissions İn Europe, North America And Japan Since 1800", *Energy Policy*, 101, 2017, s. 537, ss. 537–549.
- HSIAO Cheng, M. Hashem PESARAN, A. Kamil TAHMIŞÇIOĞLU, "Maximum Likelihood Estimation of Fixed Effects Dynamic Panel Data Models Covering Short Time Periods", *Journal of Econometrics*, 109, 1, 2002, ss.107-150.
- IWATA Hiroki ve Keisuke OKADA, "Greenhouse gas emissions and the role of the Kyoto Protocol", *Environmental Economics and Policy Studies*, 16, 4, 2014, ss.325-342.
- JALIL Abdul ve Mete FERİDUN, "The Impact Of Growth, Energy And Financial Development On The Environment In China: A Cointegration Analysis", *Energy Economics*, 33, 2, 2011, ss. 284-291.
- KATO Kengo- Antonio F. GALVAO - Gabriel V. MONTES-ROJAS, "Asymptotics For Panel Quantile Regression Models With Individual Effects", *Journal Of Econometrics*, 170, 1, 2012, ss. 76-91.
- KAYA Yoichi, "Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation Of Proposed Scenarios", *Response Strategies Working Group*, Paris, 1990.
- KHANDKER Shahidur R. - Zaid BAKHT - Gayatri B. KOOLWAL, "The Poverty Impact of Rural Roads: Evidence from Bangladesh", *Economic Development and Cultural Change*, 57, 4, 2009, ss. 685-722.
- KIM Heeho, Saewoon PARK, Sunhae LEE, "Determinants of House Prices in Seoul: The Quantile Regression Approach", *Pacific Rim Property Research Journal*, 21, 2, ss. 91–113.
- KNIESNER Thomas J., W. Kip VISCUSI, James P. ZILIAK, "Policy Relevant Heterogeneity In The Value Of Statistical Life: New Evidence From Panel Data Quantile Regressions", *Journal of Risk and Uncertainty*, 40, 1, 2010, ss. 15-31.
- KOENKER Roger ve Jr. Gilbert BASSETT, "Regression Quantiles", *Econometrica*, 46, 1, 1978, ss. 33-50.



- KOENKER Roger ve Kevin F. HALLOCK, “Quantile Regression”, *Journal Of Economic Perspectives*,15, 4, 2001, ss.143–156.
- KOENKER Roger, “Quantile Regression For Longitudinal Data”, *Journal Of Multivariate Analysis*, 91, 1, 2004, ss.74-89.
- KUZNETS Simon, “Economic Growth and Income Equality”, *The American Economic Review*, 45, 1, 1955, ss.1-28.
- LAMARCHE Carlos, “Robust Penalized Quantile Regression Estimation For Panel Data”, *Journal of Econometrics*, 157, 2, 2010, ss.396-408.
- LI Bo, Xuejing LIU, Zhenhong LI, “Using The STIRPAT Model To Explore The Factors Driving Regional CO2 Emissions: A Case of Tianjin, China”, *Natural Hazards*, 76, 3, 2015, ss.1667-1685.
- LIDDLE Brant ve Sidney LUNG, “Age-Structure, Urbanization, And Climate Change In Developed Countries: Revisiting STIRPAT For Disaggregated Population And Consumption-Related Environmental Impacts”, *Population and Environment*, 31, 5, 2010, ss.317-343.
- LIN Hsin-Yi, Hao-Pang CHU, “Are Fiscal Deficits Inflationary?” *Journal of International Money and Finance*, 32, 2013, ss.214–233.
- LV Zhike ve Ting XU, “A Panel Data Quantile Regression Analysis Of The Impact Of Corruption On Tourism”, *Current Issues in Tourism*, 2017, 20, 6, ss.603–616.
- MADU Ignatius A., “The Impacts of Anthropogenic Factors on the Environment in Nigeria”, *Journal of Environmental Management*, 90, 2009, ss. 1422–1426.
- MARQUES Antó'nio C. ve Jose' A. FUINHAS, “Do Energy Efficiency Measures Promote The Use Of Renewable Sources?”, *Environmental Science & Policy*,14, 4, 2011, ss.471-481.
- MERCAN Mehmet - Etem KARAKAYA, “Sera Gazı Salınımının Azaltımında Alternatif Politikaların Ekonomik Maliyetlerinin İncelenmesi: Türkiye İçin Genel Denge Analizi”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 42, Temmuz-Aralık 2013, ss.123-159.
- MIDLARSKY Manus I., “Democracy and the Environment: An Empirical Assessment”, *Journal of Peace Research*, 35, 3, 1998, ss. 341-361.
- NICKELL Stephen, “Biases in Dynamic Models With Fixed Effects”, *Econometrica*, 49, 6, 1981, ss.1417-1426.
- OSCHMANN Volker, “Kopenhag'dan Sonra Uluslararası İklim Koruma Hukuku(Das Internationale Klimaschutzrecht nach Kopenhagen)”, (çev.) Ahmet M. Güneş, *TAAD*, 2, 4, 2011, ss.353-374.
- OU Wei LiQingxiang ve Yulu CHEN, “Decomposition Of China's CO2 Emissions From Agriculture Utilizing An Improved Kaya Identity”, *Environmental Science and Pollution Research*, 21, 22, 2014, ss.13000-13006.
- POUMANYVONG Phetkeo ve Shinji KANEKO, “Does Urbanization Lead To Less Energy Use And Lower CO2 Emissions? A Cross-Country Analysis”, *Ecological Economics*, 70, 2, 2010, ss. 434-444.

- RAFID Shuddhasattwa, Ruhul SALIM, Ingrid NIELSEN, “Urbanization, Openness, Emissions and Energy Intensity: A Study of Increasingly Urbanized Emerging Economies”, *Energy Economics*, 56, 2016, ss.20-28.
- ROBERTS Tyler D., “Applying The STIRPAT Model in A Post-Fordist Landscape: Can A traditional Econometric Model Work At The Local Level?”, *Applied Geography*, 31, 2, 2011, ss.731-739.
- ROSA Eugene A.ve Thomas DIETZ, “Human Drivers of National Greenhouse-Gas Emissions”, *Nature Climate Change*, 2, 2012, sss.581-586.
- ROSEN Adam M., “Set Identification Via Quantile Restrictions In Short Panels”, *Journal of Econometrics*, 166, 1, 2012, ss.127-137.
- SCHULZE Peter C., “I=PBAT”, *Ecological Economics*, 40, 2002, ss.149-150.
- SHERBININ Alex de vd., “Population and Environment”, *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 2007, ss.345-373.
- SHI Anqing, “The Impact of Population Pressure on Global CarbonDioxide Emissions, 1975-1996: Evidence from Pooled Cross-Country Data”, *Ecologic Economics*, 44, 2003, ss.29-42.
- STERN David I., “The Environmental Kuznets Curve”, *International Society for Ecological Economics*, 2003, ss.1-18. <http://isecoeco.org/pdf/stern.pdf>, (12.04.2016).
- STERN David I., The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve, *World Development* ,32,8, 2004, ss. 1419–1439.
- STERN Paul C., “A Second Environmental Science: Human-Environment Interactions”, *Science*, 260, 5116, 1993, ss.1897-1899.
- TAMAZIAN Artur vd., “Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: Evidence from BRIC countries”, *Energy Policy*, 37, 1, 2009, ss. 246-253.
- TAMAZIAN Artur ve B. Bhaskara RAO, “Do Economic, Financial and Institutional Developments Matter For Environmental Degradation? Evidence From Transitional Economies”, *Energy Economics*, 32, 1, 2010, ss. 137-145.
- TOPAL Mehmet Hanefi ve Pınar HAYALOĞLU, “Farklı Gelişmişlik Düzeylerinde Kurumsal Kalitenin Çevre Performansı Üzerindeki Etkisi: Ampirik Bir Analiz”, *Sosyoekonomi*, 25, 32, 2017, ss.189-212.
- TORRAS Mariano ve James K. BOYCE, “Income, Inequality, And Pollution: A Reassessment Of The Environmental Kuznets Curve”, *Ecological Economics*, 25, 2, 1998, ss. 147-160.
- TURANLI Münevver ve Seda BAĞDATLI, “Semiparametrik Regresyon”, *Öneri Dergisi*, 9, 35, 2011, ss.207-213.
- TÜRKEŞ Murat - Utku M. SÜMER - Gönül ÇETİNER, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları”, *Tesisat Dergisi*, 52, 2000, ss.84-100.



- WAGGONERP. E. ve J. H. AUSUBEL, “ A Framework For Sustainability Science: A Renovated IPAT Identity”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90, 12, 2002, ss.7860-7865.
- WANG Hansheng - Guodong LI - Guohua JIANG, “Robust Regression Shrinkage and Consistent Variable Selection through the LAD-Lasso “, *Journal of Business & Economic Statistics*, 25, 3, 2007, ss. 347-355.
- WEI Taoyuan, “What STIRPAT Tells About Effects Of Population And Affluence On The Environment?”, *Ecological Economics*, 72, 15 2011, ss. 70-74.
- XU Shi-Chun, Zheng-Xia He, Ru-Yin Long, “Factors that influence carbon emissions due to energy consumption in China: Decomposition analysis using LMDI”, *Applied Energy*, 127, 2014, ss.182-193.
- XU Zhongmin – Guodong CHENG - GuoYu QIU, “ImPACTS Identity of Sustainability Assessment”, *Acta Geographica Sinica*, 60, 2, 2005, ss. 198-208.
- XU Bin ve Boqiang LIN, “How Industrialization And Urbanization Process Impacts On CO2 Emissions In China: Evidence From Nonparametric Additive Regression Models”, *Energy Economics*, 48, 2015, ss.188-202.
- XU Bin ve Boqiang LIN, “A Quantile Regression Analysis of China’s Provincial CO2 Emission: Where Does The Difference Lie?”, *Energy Policy*, 98, 2016, ss.328-342.
- YAZGAN Çağdaş Ümit, “Tarihi Süreçte Toplum-Çevre İlişkileri ve Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkışı”, *e-Journal Of New World Science Academy*, 5, 1, 2010, s.227-244.
- YORK Richard - Eugene A. ROSA - Thomas DIETZ, “Bridging Environmental Science With Environmental Policy: Plasticity of Population, Affluence and Technology”, *Social Science Quarterly*, 83, 1, 2002, ss.18-34.
- YORK Richard - Eugene A. ROSA - Thomas DIETZ, “STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic Tools For Unpacking The Driving Forces of Environmental Impacts”, *Ecological Economics*, 46, 2003a, ss.351-365.
- YORK Richard - Eugene A. ROSA - Thomas DIETZ, “Footprints on the Earth: The Environmental Consequences of Modernity”, *American Sociological Review*, 68, 2, 2003b, ss. 279-300.
- ZHANG Yue-Jun vd., “The Effect Of Corruption On Carbon Dioxide Emissions In APEC Countries: A Panel Quantile Regression Analysis”, *Technological Forecasting & Social Change*, 112, 2016, ss.220–227.
- ZHU Huiming vd., “The Effects Of FDI, Economic Growth And Energy Consumption On Carbon Emissions In ASEAN-5: Evidence From Panel Quantile Regression”, *Economic Modelling*, 58, 2016, ss. 237–248.
- ZURNACI Celil ve Murat KARAÖZ, “İkili Vize Serbestliği Anlaşmalarının Gelen Turist Sayılarına Etkisi: Türkiye Örneği”, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 32, 2015, ss.18-38.

## Diğer Kaynaklar

- ALAGÖZ Bülent, “Çevre Sorunları, Teknoloji ve Değişen Öncelikler”, Çevre, Kentleşme Sorunları ve Çözümleri, 38. ICANAS (Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi), Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Yayınları: 10/1, Ankara, 2011, ss.43-52.
- BABUŞ Deniz, “Küresel Isınma Sorununun Uluslararası Çevre Politikası İçerisinde İrdelenmesi Ve Türkiye'nin Yeri”, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Adana, 2005.
- BAYKAN Barış Gençer, “Kopenhag Zirvesi: Zayıf Mutabakat, Hedefsiz Türkiye”, Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Toplumsal Araştırmalar Merkezi, Araştırma Notu 09/59, 2009, ss.1-4.
- BESSTREMYANNAYA Galina, “Heterogeneous Effect Of Residency Matching And Prospective Payment On Labor Returns And Hospital Scale Economies”, *SIEPR Discussion Paper*, No. 15-001, 2015, ss.1-34.
- BESSTREMYANNAYA Galina, “The Efficiency Of Labor Matching And Remuneration Reforms In Health Care: A Panel Data Quantile Regression Approach With Endogenous Treatment Variables”, *CEFIR /N ES Working Paper Series*, No. 206, 2014, ss.1-29.
- BINDER Martin ve Alex COAD, “Heterogeneity in the Relationship between Unemployment and Subjective Well-Being: A Quantile Approach”, *The Levy Economics Institute Working Paper*, No. 808, 2014, ss.1-31.
- Birleşmiş Milletler “Paris Anlaşması”, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin 21. Taraflar Konferansı-COP 21,(çev.) Yunus Bakıhan ÇAMURHAN,*Ekoloji Kolektifi Derneği*, 12 Aralık 2015, ss.1-27.
- “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, y.y., t.y., [http://www.uhdigm.adalet.gov.tr/sozlesmeler/coktaraflioz/bm/bm\\_41.pdf](http://www.uhdigm.adalet.gov.tr/sozlesmeler/coktaraflioz/bm/bm_41.pdf) (13.06.2016).
- BİTLİS Melis, “Önlenemeyen Gerçek: İklim Değişikliği”, *Escarus Sürdürülebilir Danışmanlık Raporu*, Ekim 2015,ss.1-10.
- BOND Stephen, “Dynamic Panel Data Models: A Guide to Micro Data Methods and Practice”, *Cemmap Working Papers*, No: 09/02, 2002,ss.1-36. <http://www.cemmap.ac.uk/wps/cwp0209.pdf>.
- BRAÑAS-GARZA Pablo ve Teresa GARCÍA-MUÑOZ, “Dynamic Panel Data: A Useful Technique In Experiments”, y.y., t.y., ss.1-13. [http://www.ugr.es/~teoriahe/RePEc/gra/wpaper/thepapers10\\_22.pdf](http://www.ugr.es/~teoriahe/RePEc/gra/wpaper/thepapers10_22.pdf), (14.03.2016).
- BUND Maurice J.G. ve Frank KLEIBERGEN, “GMM Based Inference for Panel Data Models”, y.y., 2010,ss.1-20.[https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db\\_name=paneldata2010&paper\\_id=72](https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=paneldata2010&paper_id=72) (28.04.2016).

- CAI Zongwu, Linna Chen ve Ying FANG, "A Semiparametric Quantile Panel Data Model with An Application to Estimating the Growth Effect of FDI", Mart 2016, ss.1-42. [http://econ.tulane.edu/seminars/Cai\\_Semiparametric.pdf](http://econ.tulane.edu/seminars/Cai_Semiparametric.pdf) (15.08.2016)
- CANAY Ivan A., Essays On Partial Identification Inference And Moment Selection, University Of Wisconsin-Maddison (Economics), (Yayımlanmamış Doktora Tezi), 2008.
- CDIAC, "Recent Greenhouse Gas Concentrations", (arş.) T.J. Blasing, U.S. Department Of Energy, Nisan 2016, [http://cdiac.esd.ornl.gov/pns/current\\_ghg.html](http://cdiac.esd.ornl.gov/pns/current_ghg.html) (07.05.2016).
- ÇABUK Semiha Özlem, "Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği", Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayımlanmış Doktora Tezi), Ankara, 2011.
- ÇEKUD, "Tüketim Kültürü", Çevre Kuruluşları Dayanışma Derneği, 2016, <http://www.cekud.org.tr/wp-content/uploads/gazete/gazete-mart-2016.pdf>, (11.02.2017).
- DAM Mehmet Metin, "Sera Gazı Emisyonlarının Makroekonomik Değişkenlerle İlişkisi: OECD Ülkeleri İçin Panel veri Analizi", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayımlanmış Doktora Tezi), Aydın, 2014.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), "İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Sekizinci Beş yıllık Kalkınma Planı (DPT: 2532 – ÖİK: 548), Ankara, 2000, s.2.
- DRUKKER David M., "Econometric Analysis of Dynamic Panel Data Models Using STATA", y.y., 2008, ss.1-32. [http://www.stata.com/meeting/snasug08/drukker\\_xtdpd.pdf](http://www.stata.com/meeting/snasug08/drukker_xtdpd.pdf),
- DSİ Genel Müdürlüğü, "Bali Eylem Planı", Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 13. Taraflar Toplantısı (COP 13), Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, t.y., ss.1-2. <http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/cop13.pdf?sfvrsn=2> (08.03.2015).
- DSİ Genel Müdürlüğü, "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 15. Taraflar Toplantısı (COP 15)", Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, t.y., ss.1-6. <http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/co%C4%B1p15.pdf> (10.04.2015).
- DURA Cihan, "Çevre Sorunları ve Ekonomi", Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, 1991, <http://www.cihandura.com/akademik-yazilar/164-cevre-sorunlari-ve-ekonom.html> (16.09.2015).
- EIA, "Annual Energy Outlook 2015: With Projections on 2040", U.S. Energy Information Administration, Nisan 2015, [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2015\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2015).pdf), (10.10.2015).
- ERTÜRK Ferruf Ertürk - Atilla AKKOYUNLU - Kamil B. VARINCA, "Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri", TASAM Yayınları, *Türkiye Stratejik Araştırma Merkezi Stratejik Raporu*, No: 14, Nisan 2016, ss.1-88.

- FANG WenShwo, Stephen M. MILLER, Chih-Chuan YEH “Does a Threshold Inflation Rate Exist? Quantile Inferences for Inflation and Its Variability”, y.y, 2008, ss.1-63, <http://web.unlv.edu/projects/RePEc/pdf/0921.pdf>, (14.02.2017).
- FANG WenShwo ve Stephen M. MILLER, “The effect of ESCOs on carbon dioxide emissions”, Department of Economics Working Paper Series, Working Paper 2012-14, 2012, ss.1-31, <http://web2.uconn.edu/economics/working/2012-14.pdf> (25.04.2016)
- FANG Zheng ve Yoko NIIMIB, “Do Losses Bite Morethan Gains? Evidence from a Panel Quantile Regression Analysis of Subjective Well-being in Japan”, *Economic Growth Centre Discussion Paper*, No:2015/07, 2015, ss.1-38.
- GALVAO Antonio F., “Quantile Regression for Dynamic Panel Data”, 2009, s.4, ss.1-48. <http://epge.fgv.br/finrio/myreview/FILES/CR2/p22.pdf> (18.06.2016).
- GROSSMAN Gene M. - Alan B. KRUEGER, “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement”, *NBER Working Papers Series*, No.3914, Kasım 1991, ss. 1-57.
- HARDING Matthewve Carlos LAMARCHE, “Penalized Quantile Regression With Semiparametric Correlated Effects: Applications With Heterogeneous Preferences”, *IZA Discussion Paper*, No. 7741, 2013, ss.1-43.
- HSIAO Cheng, “Panel Data Analysis- Advantages and Challenges”, *IEPR Working Paper*, No. 06.49, 2006, ss.1-63. [https://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON5103/v10/undervisningsmateriale/PDappl\\_14.pdf](https://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON5103/v10/undervisningsmateriale/PDappl_14.pdf).
- IEA, “Energy and Development” (Chapter 10), *World Energy Look 2004*, International Energy Agency, 2004, <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2008-1994/weo2004.pdf>, (19.10.2015).
- IEA, “Key World Energy Statistics”, International Energy Agency (IEA), France, 2007, ss. 1-75. [http://www.coprocem.com/documents/key\\_stats\\_2007.pdf](http://www.coprocem.com/documents/key_stats_2007.pdf) (30.12.2015).
- IEA, Key World Energy Statistics, International Energy Agency, 2016 <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf> (25.04.2016).
- IPCC, “Summary for Policymakers”, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014, s.10.
- İklim Gönüllüleri (Climate Volunteers), “Gönüllü Karbon Piyasaları”, Bölgesel Çevre Merkezi, t.y., <http://www.climatevolunteers.com/?page=gonulluPiyasalar> (25.04.2016).
- “Karbon Piyasaları Bilgi Notu”, y.y., t.y., <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/bilginotu/karbon%20piyasalari.pdf> (22.02.2016).
- KIVILCIM İlge, “Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sisteminde Son Durum- Havacılık Sektörü”, *İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme Notu*, 53, Mayıs 2012, ss. 1-10.

- KOVANCILAR Birol, “Çevre Sorunları-Teknoloji: Ekolojik Modernizm”, *Hür Fikirler*, Haziran 2016, <http://www.hurfikirler.com/cevre-sorunlari-teknoloji-ekolojik-modernizm/> (19.01.2017)
- KUAN Chung-Ming, “An Introduction To Quantile Regression”, y.y., 2004, ss.1-17. file:///C:/Users/user361/Downloads/AN\_INTRODUCTION\_TO.pdf,(10.01.2016).
- KUAN Chung-Ming, “IntroductiontoQuantileRegression”, 2010, ss.1-36,[http://homepage.ntu.edu.tw/~ckuan/pdf/Lec-QReg-slide\\_spring%202010.pdf](http://homepage.ntu.edu.tw/~ckuan/pdf/Lec-QReg-slide_spring%202010.pdf), (18.09.2016).
- LAMARCHE Carlos, “Penalized Quantile Regression Estimation For A Model With Endogenous Individual Effects”, y.y.,2010, ss.1-33, <https://www.maxwell.syr.edu/uploadedFiles/econ/seminars/pen.pdf>, (10.01.2017).
- LEPING Kristjan-Olari, “Public-Private Sector Wage Differential In Estonia: Evidence From Quantile Regression”, *Tartu University Press Working Paper*, No.39,2005, ss.1-43.<http://www.mtk.ut.ee/sites/default/files/mtk/RePEc/mtk/febpdf/febawb39.pdf>
- LIPTAK Kevin ve Jim ACOSTA, “Trump on Paris accord: 'We're getting out'”, CNN Politics, 2 Haziran 2017, <http://edition.cnn.com/2017/06/01/politics/trump-paris-climate-decision/index.html>, (01.07.2017).
- MINISTRY OF ENVIRONMENT & FORESTS, “The Environment (Protection) Act, 1986”, Department Of Environment, Forests & Wildlife Government Of India, New-Delphi, Mayıs 1986, [http://www.envfor.nic.in/legis/env/eprotect\\_act\\_1986.pdf](http://www.envfor.nic.in/legis/env/eprotect_act_1986.pdf), (16.09.2015)
- MORALES-LAGE Rafael, Aurelia BENGOCHEA-MORANCHO, Inmaculada MARTINEZ-ZARZOSO, “The Determinants of CO2 Emissions: Evidence From European Countries”, *Universitat Jaume-I Working Paper*, No 2016/04, 2016, ss.1-34.
- NARİN Müslüme, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizması: Emisyon Ticareti”, International Conference on Eurasian Economies, 2013, ss.941-952. <https://www.avekon.org/papers/770.pdf>, (15.02.2016).
- ÖZDEMİR A. Deniz v.d., “İklim Değişikliği Etkilerine Uyum (Adaptasyon)”, T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ocak 2009,ss.1-21. [http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/14-iklim\\_de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi\\_etkilerine\\_uyum.pdf?sfvrsn=2](http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/14-iklim_de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi_etkilerine_uyum.pdf?sfvrsn=2).
- PANAYOTOU Theodore, “Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development”, *World Employment Programme Research Working Paper*, WEP 2-22/WP. 238, 1993, ss.1-42.
- PANAYOTOU Theodore, “Economic Growth And The Environment”, *Spring Seminar of the United Nations Economic Commission for Europe*, Geneva, March 3, 2003, ss.1-37.



- PETTINGER Tejvan, Environmental Kuznets Curve, Economics Help, Eylül 2015, <http://www.economicshelp.org/blog/14337/environment/environmental-kuznets-curve/>,(03.03.2016).
- PONOMAREVA Maria, “Identification in Quantile Regression Panel Data Models with Fixed Effects and Small T”, y.y., 2011, ss.1-28. <http://www.niu.edu/ponomareva/QRPD-short.pdf> (25.04.2016).
- RITTER Nolan, “Beyond the Average Elasticity – Applying Quantile Panel Regression to German Household Mobility Data”, *Ruhr Economic Working Papers*, No. 392, 2012, ss.1-27.
- SCOWCROFT John, “Kopengag Kaosundan Sonra- Meksika Mucizesi Ya Da Cop'un Yapabildiği”, Türkiye Elektrik Sanayi Birliği, Aralık 2010, [http://www.tesab.org.tr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=300](http://www.tesab.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=300) (10.03.2015).
- SHAFIK Nemat - Sushenjit BANDYOPADHYAY, “Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence”, *Policy Research Working Paper Series*, WPS No: 904, Haziran 1992, ss.1-50.
- SILVA Francisca Rosendo de Carvalho e, “Health Investment and Long run Macroeconomic Performance: a quantile regression approach”, y.y., 2016, ss.1-44, <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/30746/1/final%20final.pdf> (11.03.2017)
- STANCHI Alessandro, “The Environmental Kuznets Curve And The Production Of Waste: An Explanatory Analysis For The Italian Industrial Sector”, Scuola Superiore Sant'Anna, (Yayınlanmış Doktora Tezi), Italy, 2013-2014.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri”, *Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyon Raporu*, Aralık 2008,ss.1-43. [http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/eKutuphane/KP\\_OIK\\_FinalRapor-28%2012%202008.pdf](http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/eKutuphane/KP_OIK_FinalRapor-28%2012%202008.pdf) , (23.05.2016).
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış”, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı Sera Gazlarının İzlenmesi ve Emisyon Ticareti Şube Müdürlüğü, Ankara, Ocak 2011,ss.1-106. <http://www.enver.org.tr/UserFiles/Article/f8fefddd-d749-4784-816b-eb06e69b9d34.pdf> (26.04.2016).
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Gönüllü Karbon Piyasaları”, İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı, Sera Gazlarının İzlenmesi Ve Emisyon Ticareti Şube Müdürlüğü, t.y., <http://www.karbonkayit.cob.gov.tr/Karbon/AnaSayfa/gonullucarbonpiyasalari.aspx?sflang=tr> (25.04.2016).
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları”, Esneklik Mekanizmaları, İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı, Sera Gazlarının İzlenmesi Ve Emisyon Ticareti Şube Müdürlüğü, t.y., <http://www.karbonkayit.cob.gov.tr/Karbon/AnaSayfa/flexiblemechanisms.aspx?sflang=tr> (18.12.2015).

- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)”, y.y., t.y., <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/BMIDCS.aspx?sflang=tr> (11.12.2015).
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “ Türkiye’de Karbon Piyasası”, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ekim 2012, [http://www.eie.gov.tr/iklim\\_deg/document/karbon\\_piyasasi.pdf](http://www.eie.gov.tr/iklim_deg/document/karbon_piyasasi.pdf) (26.04.2016), ss.1-8.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Kyoto Protokolü”, y.y., t.y., <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Kyoto.aspx?sflang=tr> (11.12.2015).
- T.C. Dış İşleri Bakanlığı, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMDİÇS) ve Kyoto Protokolü”, Uluslararası ve Bölgesel Sözleşmeler, y.y., t.y., [http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler\\_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-\\_bmidcs\\_-ve-kyoto-protokolu-\\_tr.mfa](http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-_bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_tr.mfa), (11.12.2015).
- TMMOB, Enerji Raporu 2006, Türkiye’nin Enerji Görünümü, *TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi*, Ankara, 2006, ss.1-152.
- United Nations, “Report Of The United Nations Of The Conference On Human Environment”, United Nations Publications, Stockholm, Haziran 1972, <http://www.un-documents.net/aconf48-14r1.pdf> (18.12.2015).
- United Nations, “Paris Agreement-Status Of Ratification”, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), t.y., [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9444.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php) (10.11.2016).
- WEINHOLD Diana, “A Dynamic “Fixed Effects” Model for Heterogeneous Panel Data”, London School of Economics, y.y., 1999, ss.1-18. <http://personal.lse.ac.uk/weinhold/mfr499.PDF> (25.01.2016 tarihinde ulaşıldı),



**EK 1**

**Tablo 1A. Betimsel İstatistikler**

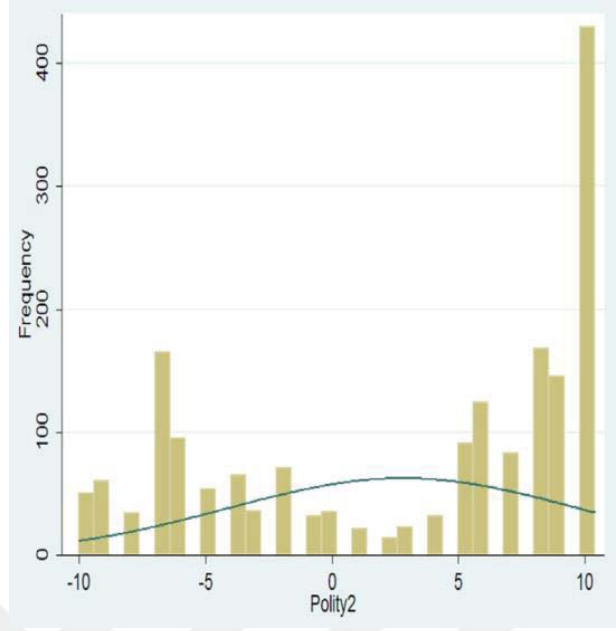
	<i>lnCO<sub>2</sub></i>	<i>lnP</i>	<i>lnA</i>	<i>lnIA</i>	<i>lnEE</i>	<i>lnURB</i>	<i>lnTRADE</i>	<i>Democ</i>	<i>Kaopen</i>
<b>Ortalama</b>	0.3692	17.2635	8.4332	3.1102	1.2005	4.211	4.0965	2.90	0.0212
<b>Medyan</b>	0.5523	16.9527	8.6522	3.3362	1.3320	4.3365	4.0885	6.00	-0.3380
<b>Min.</b>	-4.2214	11.9562	4.9985	1.8665	0.9574	2.6632	2.3325	-10	-1.8620
<b>Max.</b>	3.9985	20.3365	10.7701	4.4422	2.5514	5.0021	6.0066	10	2.4460
<b>Q<sub>1</sub>(0.25)</b>	-1.0078	14.8856	7.2778	1.8951	1.0012	3.8474	3.7854	-5.00	-1.1172
<b>Q<sub>3</sub>(0.75)</b>	2.1157	18.1102	9.6582	3.3362	1.9965	4.6652	4.8844	9.00	1.3802
<b>Std. Sapma</b>	1.7714	1.8851	1.2297	0.3385	0.0124	0.2296	0.5180	0.4457	1.5201
<b>Çarpıklık</b>	-0.3338	0.1521	-0.2731	-0.1123	-0.3362	-1.3114	0.5223	-0.1680	0.3211
<b>Basıklık</b>	2.1095	3.3371	2.6874	2.5547	2.6698	4.3322	3.8441	1.3002	2.5561
<b>Jarque-Bera p-değeri</b>	44.123	32.112	29.002	11.4412	8.0251	15.2245	22.254	8.1225	7.0024
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.002	0.012

**EK 2**

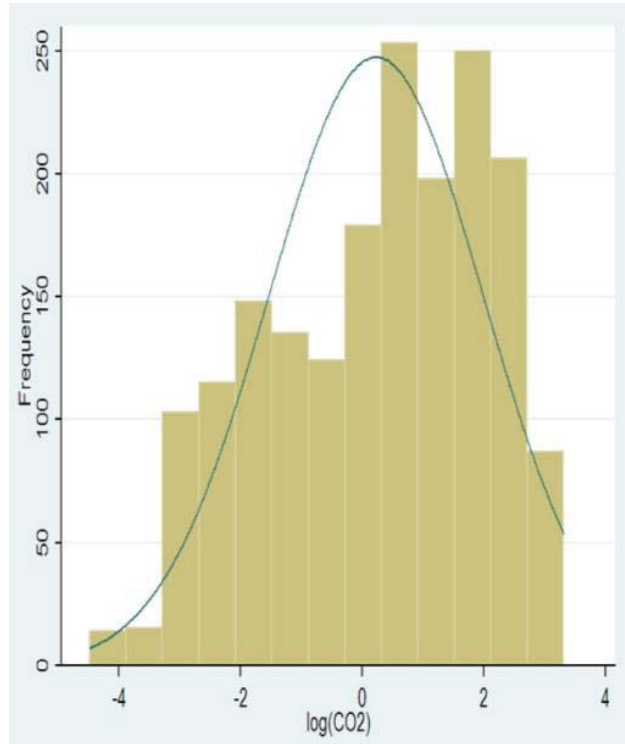
**Tablo 2A. Korelasyon Matrisi**

	<i>lnCO<sub>2</sub></i>	<i>lnP</i>	<i>lnA</i>	<i>lnIA</i>	<i>lnEE</i>	<i>lnURB</i>	<i>lnTRADE</i>	<i>Democ</i>	<i>Kaopen</i>
<i>lnCO<sub>2</sub></i>	1.00								
<i>lnP</i>	0.87	1.00							
<i>lnA</i>	0.93	0.78	1.00						
<i>lnIA</i>	0.68	0.22	0.55	1.00					
<i>lnEE</i>	-0.56	-0.84	-0.78	-0.44	1.00				
<i>lnURB</i>	-0.14	0.92	0.22	0.28	-0.16	1.00			
<i>lnTRADE</i>	0.32	-0.48	0.78	0.33	0.38	0.12	1.00		
<i>Democ</i>	0.55	0.11	0.58	0.09	0.08	0.22	-0.05	1.00	
<i>Kaopen</i>	0.42	0.06	0.66	0.16	0.11	0.08	0.20	0.39	1.00

### EK 3



Şekil 1A. Demokrasi Değişkeninin Histogram Grafiği



Şekil 2A. CO<sub>2</sub> Değişkeninin Histogram Grafiği

**EK 4**

**Tablo 3A.** Karbon Emisyonları Bakımında Ülke Sıralaması

<i>Q<sub>1</sub> Kartil (45 ülke)</i>	<i>Q<sub>2</sub> Kartil (42 ülke)</i>	<i>Q<sub>3</sub> Kartil (39 ülke)</i>	<i>En üst kuyruk (39 ülke)</i>
<i>Min: 0.02 Max:0.645</i>	<i>Min: 0.658 Max:2.405</i>	<i>Min: 2.503 Max:6.695</i>	<i>Min: 7.002 Max:44.032</i>
Burundi Chad Dem. Rep. Congo C. African Rep. Rwanda Somalia Niger Ethiopia Mali Malawi Madagascar Uganda Eritrea Burkina Faso Mozambique Tanzania Sierra Leone Guinea-Bissau Timor-Leste Nepal Lao PDR Myanmar Zambia Comoros Liberia Haiti Guinea The Gambia Cameroon Côte d'Ivoire Cambodia Togo Kenya Sudan Tajikistan Bangladesh Solomon Islands Ghana Afghanistan Benin Congo Nigeria Djibouti Senegal Mauritania	Zimbabwe Sri Lanka Guatemala Papua New Guinea Bhutan Nicaragua Paraguay Swaziland Cabo Verde Philippines Yemen Pakistan Lesotho El Salvador Honduras Kyrgyz Republic Namibia Samoa Angola Moldova Fiji Gabon Colombia Bolivia Albania India Armenia Costa Rica Morocco Peru Vietnam Georgia Dominican Rep. Brazil Indonesia Uruguay Botswana Ecuador Guyana Tunisia	Panama Egypt Syrian Arab Rep. Jamaica Mauritius Algeria Jordan Suriname Azerbaijan Latvia Mexico Uzbekistan Iraq Romania Singapore Turkey Macedonia Thailand Lithuania Argentina Chile Switzerland Lebanon Portugal Croatia Hungary France Sweden China Spain Andorra Libya Bosnia and Herze. Ukraine Slovak Republic Venezuela Belarus Italy Bulgaria China Cyprus Serbia Mongolia	United Kingdom New Zealand Denmark Slovenia Greece Austria Iran Ireland Malaysia Poland Belgium Equatorial Guinea Germany Israel Norway South Africa Japan Netherlands Finland Czech Republic Palau Korea Turkmenistan Russia Estonia Canada Kazakhstan Australia United States Bahrain Saudi Arabia Oman United Arab Emi. Luxembourg Brunei Kuwait Trinidad and Tobago Qatar

## EK 5

**Tablo 4A.** Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
CD testi	29.002	0.000

Not: \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 4A'da elde edilen bilgiler doğrultusunda olasılık değeri %5 anlamlılık düzeyinden küçük olduğundan dolayı yatay kesit bağımsızlığı sıfır hipotezi red edilir. Ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı mevcuttur.

**Tablo 5A.** CIPS Panel Birim Kök Test Sonuçları

	<i>lnCO<sub>2</sub></i>	<i>lnP</i>	<i>lnA</i>	<i>lnIA</i>	<i>lnEE</i>	<i>lnURB</i>	<i>lnTRADE</i>
CIPS	-4.289***	-2.887***	-6.847***	-3.884**	-3.552***	-2.913***	-2.745***

Not: \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Yatay kesit bağımlılığı elde edilemediği için Pesaran (2007) CADF testi ile değişkenlerin birim köke sahip olup olmadıkları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda kesmeli ve trendli deterministik özellikleri dahil edilen birim kök sınavında bütün değişkenlerin düzeyde durağan olduğu görülmektedir.

EK 6

Tablo 6A. Eğim Parametrelerinin Eşitliği için Wald Testi (Alternatif  $\lambda$  parametre değerleri)

		$\ln CO_{2it-1}$	$\ln P$	$\ln A$	$\ln A^2$	$\ln IA$	$\ln EE$	$\ln URB$	$\ln TRADE$	$\ln Democ$	$\ln Kaopen$	$\ln Kyoto$
$\lambda = 0.50$	$\tau = 0.05$	0.511	3.089*	0.478	0.511	1.725	2.015	1.031	0.277	8.901***	1.368	0.332
	$\tau = 0.95$	1.665	10.451***	1.654	1.665	5.011*	6.021**	0.959	0.035	10.374**	0.021	0.785
$\lambda = 1.00$	$\tau = 0.05$	0.332*	2.145	0.698	0.632	1.996	2.321*	0.016	0.036	7.002***	3.014*	0.336
	$\tau = 0.95$	1.256**	9.598***	1.996	1.956	4.032**	7.0214**	1.122	0.519	10.365***	1.569	0.9987
$\lambda = 1.50$	$\tau = 0.05$	1.253*	2.360	1.336*	1.253	1.548	1.023	3.054*	0.558	8.893**	4.326**	1.203
	$\tau = 0.95$	4.845**	8.269***	2.002*	3.845	3.889*	3.456*	1.023	0.003	13.254***	1.330	2.004
$\lambda = 2.00$	$\tau = 0.05$	2.373*	3.747*	1.635*	2.333	2.025*	2.487	1.003	0.233	9.904***	2.002	0.965
	$\tau = 0.95$	6.166**	10.781***	2.558**	6.145	4.123**	2.024	3.046*	0.405	14.425***	6.002*	0.785
$\lambda = 2.50$	$\tau = 0.05$	2.665*	3.526*	1.884**	2.665	2.771*	1.001	3.221**	0.432	7.253**	3.012	0.335
	$\tau = 0.95$	6.998***	9.574***	2.887***	6.998	3.452	2.120	0.123	0.006	12.845***	9.012**	0.982

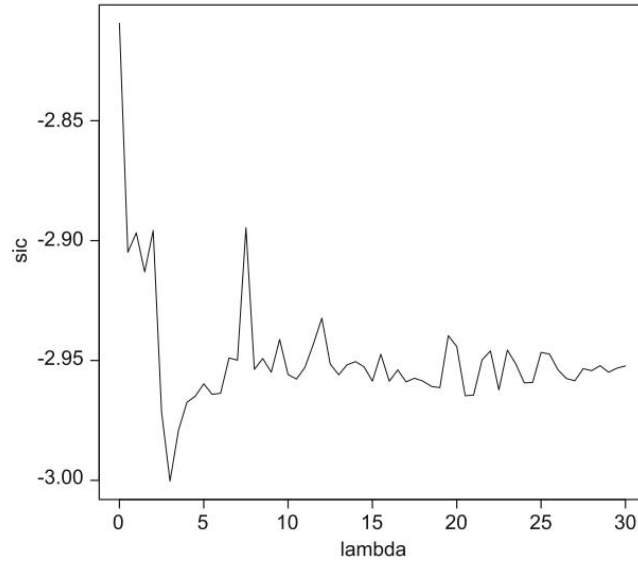
Not: \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Wald testinde kullanılan bu tahminci için kovaryans-varyans matrisinin elde edilebilmesinde bootstrap yöntemi uygulanmıştır.  $\tau = 0.05$  ve  $\tau = 0.95$  değerleri,  $\tau = 0.10$  ile karşılaştırılmıştır.

## EK 7

**Tablo 7A.** Farklı Ceza Parametre Değerleri İçin Yanlılık ve RMSE

	$\lambda$				
	0	1	2	3	4
<b>PDPQRFE</b>					
$\hat{\alpha}$					
Yanlılık	-0.261	0.036	0.03	0.03	0.03
RMSE	1.785	0.035	0.03	0.03	0.03
$\hat{\beta}$					
Yanlılık	-0.007	-0.022	-0.027	-0.032	-0.033
RMSE	0.096	0.072	0.068	0.048	0.57
<b>PIVQRFE</b>					
$\hat{\alpha}$					
Yanlılık	-0.127	-0.057	-0.020	-0.013	-0.018
RMSE	0.180	0.114	0.064	0.048	0.056
$\hat{\beta}$					
Yanlılık	-0.014	0.027	0.032	0.019	0.082
RMSE	0.062	0.078	0.073	0.098	0.134

**Şekil 3A.** Ayar Parametre Seçim Grafiği





ÖZGEÇMİŞ			
<b>Adı, Soyadı</b>	Seyhat		BAYRAK GEZDİM
<b>Doğum Yeri ve Yılı</b>	Ardanuç		1986
<b>Bildiği Yabancı Diller</b>	İngilizce		
<b>Eğitim Durumu</b>	<b>Başlama-Bitirme Yılı</b>		<b>Kurum Adı</b>
<b>Lise</b>	2000	2004	Cumhuriyet Lisesi, Bursa
<b>Lisans</b>	2005	2009	Uludağ Üniversitesi, Bursa
<b>Yüksek Lisans</b>	2010	2012	Uludağ Üniversitesi, Bursa
<b>Doktora</b>	2012	2017	Uludağ Üniversitesi, Bursa
<b>Çalıştığı Kurum(lar)</b>	<b>Başlama-Ayrılma Yılı</b>		<b>Kurum Adı</b>
<b>1.</b>	2011	-	Dumlupınar Üniversitesi
<b>Yayımlar:</b>	<p><b><u>Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :</u></b></p> <p>Zortuk M., <b>Bayrak S.</b> (2016). Ham Petrol Fiyat Şokları – Hisse Senedi Piyasası İlişkisi: ADL Eşik Değerli Koentegreasyon Testi. <i>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi</i>, 11, 1, 7-22.</p> <p>Zortuk M., Asutay M., <b>Bayrak S.</b> (2016). The Relationship Between Electricity Consumption, Real GDP and Employment in G-7 Countries: Seasonal Panel Unit Roots and Cointegration Model. <i>Journal of Energy Technologies and Policy</i>, 5, 4, 50-62.</p> <p>Bakırtaş İ., <b>Bayrak S.</b>, Çetin A.(2014). Economic Growth and Carbon Emission: A Dynamic Panel Data Analysis. <i>European Journal of Sustainable Development</i>, 3, 4, 91-102.</p> <p>Zortuk M., Koç E., <b>Bayrak S.</b> (2014). Hanehalkları Satın Alma Kriterlerinin Analizi: Multinomial Lojistik Regresyon Yaklaşımı. <i>Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi EYİ 2013 Özel Sayısı</i>, 163-176.</p>		

Zortuk M., **Bayrak S.** (2013). Seçilmiş Ülkelere Göre Türkiye'nin Turizm Talebi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 19, 38-58.

**Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler :**

Zortuk M., **Bayrak Gezdim S.**, KARACAN S. (2017). A Further Examination Of The Finance-Led, Export-Led And Import-Led Growth Hypotheses In WAEMU's Countries. **3rd International Annual Meeting Sosyoekonomi Society**, Ankara, Turkey.

Zortuk M., **Bayrak Gezdim S.**, KARACAN S. (2017). Testing The Relationship Between CO<sub>2</sub> Emissions And Agricultural Production Index In Ecowas: A Panel Ardl Approach. **3rd International Annual Meeting Sosyoekonomi Society**, Ankara, Turkey.

Zortuk M., **Bayrak S.** (2016). Analysis Of The Environmental Impact Of Euro Area Countries Based On STIRPAT Model. **2nd International Annual Meeting Sosyoekonomi Society**, Amsterdam, Holland.

Zortuk M., **Bayrak S.** (2016). Analysis Of The Environmental Impact Of Euro Area Countries Based On STIRPAT Model. **2nd International Annual Meeting Sosyoekonomi Society**, Amsterdam, Holland.

Zortuk M., **Bayrak S.** (2016). Environmental Impact Determinants Of Selected Balkan Countries An Empirical Analysis Based On The STIRPAT Model. **International Conference on Economics, Business Management and Social Sciences**, Sarajevo, Bosnia-Herzegovina.

Zortuk M., Acar E., **Bayrak Gezdim S.**, Burhan H. A. (2016). Seçilmiş Balkan Ülkelerinde Ekonomik Gelişme: Enerji Tüketimi ve Sanayileşme Bağlamında Yeni Bir Yaklaşım. International Conference on Economics, **Business Management and Social Sciences**, Sarajevo, Bosnia-Herzegovina.

Zortuk M., **Bayrak S.** (2015). Relationships Between Crude Oil Shocks and Stock Market In Selected Countries. **16th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics**, Edirne, Turkey.

Zortuk M., **Bayrak S.** (2013). Seçilmiş Ülkelere Göre Türkiye nin Turizm Talebi. **14th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics Sempozyumu**, Sarajevo, Bosnia-Herzegovina.

İletişim (e-posta):	seyhat.bayrak@dpu.edu.tr
Tarih İmza Adı Soyadı	17/07/2017 <i>Seyhat</i> Seyhat BAYRAK GEZDİM

## ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

## TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Seyhat BAYRAK GEZDİM
Tez Adı	KÜRESEL CO2 EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİNİN ANALİZİ: DİNAMİK PANEL KANTİL REGRESYON MODELİ
Enstitü	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	Ekonometri
Tez Türü	Doktora
Tez Danışman(lar)ı	Prof. Dr. Mustafa SEVÜKTEKİN
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin sadece içindkiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin Veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 17/07/2017

İmza :