

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Eşanlı Panel Veri Modelleri ile İncelenmesi

Elgiz Askeroğlu

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İstatistik Anabilim Dalı

Haziran 2022

Examination of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis with Simultaneous Panel
Data Models

Elgiz Askeroğlu

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Statistics

June 2022

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Eşanlı Panel Veri Modelleri ile İncelenmesi

Elgiz Askeroğlu

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

İstatistik Anabilim Dalı

Uygulamalı İstatistik Bilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gaye KARPAT ÇATALBAŞ

Haziran 2022

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr.Öğr.Üyesi Gaye KARPAT ÇATALBAŞ danışmanlığında hazırlamış olduğum “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Eşanlı Panel Veri Modelleri ile İncelenmesi” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 08/07/2022

Elgiz ASKEROĞLU

İmza

ÖZET

Ülkelerde ekonomik kalkınma halkın refah seviyesini arttırırken sanayileşme ve atık üretimi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu iki durum arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ile açıklanabilmektedir. Sanayileşme sonrasında petrolün hammadde olarak kullanıldığı plastiklerin üretiminin artması ve petrolün yakıt olarak kullanılması sonucu kirliliğin arttığı literatürdeki çeşitli çalışmalar yardımı ile gözlemlenmektedir. Atık üretimi ve geri dönüşüm seviyesi arasındaki ilişkinin ÇKE hipotezi ile incelenmesinin gerekliliği geçmiş çalışmalara bakılarak anlaşılmıştır. Bu bağlamda eşanlı denklem sisteminin bu nedenselliğin açıklanmasında uygun olacağı düşünülmüştür. Tezde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi panel veri modelleri yardımıyla Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 5 ülke için 2000-2019 dönemi verileriyle incelenmiştir. OECD ülke grubunda balkanlarda yer alan Türkiye, Yunanistan, Slovakya, Slovenya ve Macaristan olmak üzere 5 ülke aynı grupta yer alan diğer ülkelere nazaran geri dönüşüm ve belediyesel atık üretimi seviyelerinde görece daha az efektif olduğu düşünülmüşür. Özellikle Türkiye 2018 yılında dünyanın en büyük plastik atık ithalatçısı Çin'in plastik atık ithalatını yasaklaması sonrasında bu görevi devralmıştır. Bu bağlamda Türkiye'nin de içinde bulunduğu 5 ülke için ÇKE hipotezine uygunluk durumunun araştırılmasının önemli olduğu düşünülmüştür. Toplamda 18 değişken kullanılarak 6 model oluşturulmuştur. Analiz sonuçlarına göre kullanılan 6 model içinde ters U şeklinde bir ilişkiye rastlanmıştır. Ayrıca gayri safi katma değer artarken çevreye verilen zararda artacağı ancak bu değer eşik değeri olan ortalama 22 bin dolar seviyesine ulaştıktan sonra çevreye verilen zararın azalacağı sonucuna varılmıştır. Tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde eşanlı panel veri modelleri ile yapılan tahminler sonucunda elde edilen bulgular belediyesel atık üretimi ve geri dönüşüm seviyesi arasında çift yönlü ve pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Eşanlı Panel Veri Modelleri, Geri Dönüşüm Seviyesi, Belediyesel Atık Üretimi.

SUMMARY

While economic development in countries increases the welfare level of the people, industrialization and waste production cause environmental problems. The relationship between these two situations can be explained by the environmental Kuznets curve hypothesis. It has been observed that the help of various studies in the literature that the production of plastics, in which petroleum is used as a raw material, increased after industrialization and the pollution increased as a result of the use of petroleum as fuel. The necessity of examining the relationship between waste generation and recycling level with the environmental Kuznets curve hypothesis has been understood by looking at past studies. In this context, it was thought that the simultaneous equation system would be appropriate in explaining this causality. In the thesis, the Environmental Kuznets Curve hypothesis was examined with the help of panel data models in the period of 2000-2019 for 5 countries, including Turkey. Considering that 5 countries in the Balkans at the OECD country group, namely Turkey, Greece, Slovakia, Slovenia and Hungary, are relatively less effective in terms of recycling and municipal waste production compared to other countries in the same group which is mentioned, the validity of the EKC hypothesis has been tried to be tested on these countries. Turkey took over this task in 2018 after China which is the world's largest plastic waste importer, banned the import of plastic waste. In this context, it is thought that it is important to investigate the suitability of the EKC hypothesis for 5 countries including Turkey. A total of 6 models were created using 18 variables. According to the results of the analysis, there is an inverted U-shaped relationship found for the 6 models. In addition, it has been concluded that while the gross added value increases, the damage to the environment will increase, but after this value reaches the threshold value of 22 thousand dollars on average, the damage to the environment will decrease. If all the results are evaluated in general, the simultaneous equation system shows that there is a bidirectional and positive relationship between municipal waste generation and recycling level.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Simultaneous Panel Data Models, Recycling Level, Municipal Waste Generation.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Çevrenin Ekonomik Büyüme ile İlişkisi ve Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi.....	8
3.1.1. Doğal ve yapay çevrenin tanımı	8
3.1.2. Geçmişten günümüze çevre sorunları	8
3.1.3. Çevre kirliliğini etkileyen faktörler.....	9
3.1.3.1. <u>Hava kirliliği</u>	9
3.1.3.2. <u>Su kirliliği</u>	10
3.1.3.3. <u>Toprak kirliliği</u>	11
3.1.4. Geri dönüşüm, çevre ve ekonomi	12
3.1.4.1. <u>Ekonomik büyüme</u>	14
3.1.4.2. <u>Ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkileri</u>	14
3.1.5. Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi.....	15
3.1.5.1. <u>Çevresel Kuznets eğrisine teorik bakış</u>	17
3.2. Panel Veri Modelleri.....	18
3.2.1. Panel veri.....	18

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.2. Dengeli ve dengesiz paneller	18
3.2.3. Birim – zaman etkiler	19
3.2.4. İçsellik ve dışsallık kavramları	19
3.2.5. Homojenlik ve heterojenlik durumları	20
3.2.6. Birimler arası korelasyon	20
3.3. Eşanlı Denklem Modelleri.....	20
3.3.1. Eşanlı denklem modelleri hakkında	20
3.3.2. Eşanlı denklem modellerinde değişken türleri.....	22
3.3.3. İçsel ve dışsal değişkenler	22
3.3.4. Eşanlı denklem modellerinde denklem türleri	23
3.3.4.1. <u>Eşanlı denklem modellerinde denklem sistemi türleri</u>	24
3.3.4.2. <u>Yapısal kalıp denklem sistemi</u>	24
3.3.4.3. <u>İndirgenmiş kalıp denklem sistemi</u>	24
3.3.5. Eşanlı denklem sistemlerinde tahmin yöntemleri	25
3.3.5.1. <u>Kısıtlı bilgi yöntemi</u>	26
3.3.5.2. <u>Tam bilgi yöntemi</u>	26
3.3.6. Eşanlı denklem modellerinde belirlenme sorunu	26
3.4. Eşanlı Panel Veri Modelleri	27
3.4.1. İki aşamalı en küçük kareler tahmincisi	28
3.4.2. Üç aşamalı en küçük kareler tahmincisi	32
3.4.3 Hausman – taylor ve amemiya- macurdy modeli	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1. Veriler	39
4.2. Bulgular.....	41

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2.1. Boy şartı	43
4.2.2. Rank şartı.....	44
4.2.3. Panel eşanlı panel veri analizi sonuçları.....	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR DİZİNİ	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil

Sayfa

3. 1 Kuznets Eğrisi (Özcan ve Öztürk, 2019)	16
---	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. Karesel Model Parametreleri İçin ÇKE Durumu	17
3. 2. Kübik Model Parametreleri İçin ÇKE Durumu.....	18
3. 3. Zamana Bağlı İçsellik ve Dışsallık	36
4. 1. Değişkenlerin Gösterimi	40
4. 2. Tanımlayıcı istatistikler.....	42
4. 3. Korelasyon Matrisi	42
4. 4. Rank Matrisi	44
4. 5. Birinci Eşitlik.....	46
4. 6. İkinci Eşitlik	49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

Açıklama

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
CO ₂	Karbon Dioksit
ÇKE	Çevresel Kuznets Eğrisi
EUROSTAT	European Statistical Office
EKK	En Küçük Kareler
Eş	Eşittir.
MAPS	Measurement of Air Pollution from satellite
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
SO ₂	Sülfür Dioksit
UNEP	United Nations Environment Programme
WDB	World Data Bank

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanın çevreyle ilişkisi tarihçiler tarafından sınıflandırılan tarih öncesi devirlerden şuan içinde bulunduğumuz yakın çağa kadar çeşitli şartlar altında karşılıklı olarak devam etmiştir. Bu ilişki kaba taş devrinden cilalı taş devrine kadar çevresel koşullar ve diğer avcılar ile rekabet şeklinde olmuştur. Ancak cilalı taş devrinde insanlığın tarım ile buluşması ve daha sonra sonrasında yabani hayvanları evcilleştirerek kendi işleri ve gıda amaçlı kullanması ile doğadaki mücadelesini başka boyuta taşımış ve bugünkü medeniyetimizin temellerini atmıştır. Yakın tarih dönemine bakıldığında Avrupa’da 18. ve 19. yüzyıllar arasında üretimde makineleşmenin getirdiği sanayi devrimi insanlığın çevre ile olan ilişkisini farklı bir boyuta taşımıştır. Sanayideki makineleşme beraberinde üretimin artması, insanların çalışma şartlarının iyileşmesi gibi olumlu etkilerinin yanında fosil yakıtlara duyulan ihtiyaç ve artan üretim ile beraber çevresel atıkların artması negatif sonuçları olarak değerlendirilebilir.

Sanayi devriminin bir sonucu olarak ortaya çıkan fosil yakıtlar gerek atmosfere salınan karbon gerekse petrol bazlı üretilen ürünler olmak üzere doğada hava, toprak ve su kirliliği gibi çeşitli çevresel sorunlar yaratmıştır. Petrol bazlı üretilen petrokimyasal(Plastik) ürünler ucuz ve kolay üretilabilir olduğu için günümüzde araba sanayinden evlerde kullanılan basit eşyalara kadar her alanda geniş bir yelpaze ile kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak plastik atık miktarı da giderek artmaktadır. Bu atıkların doğru yönetilmesi içinde bulunduğumuz çevre için hayati önem taşımaktadır. Üretilen bu atıkların geri dönüşüm oranları çok yüksek olmamakla beraber geri dönüştürülebilen ürünlerinde en fazla 2 veya 3 defa daha geri dönüştürülebileceği gerçeği karşımızdadır. Geri dönüştürülemeyen atıklar çoğunlukla gömme, yakma ve depolama yöntemleri ile kontrol altına alınır. Ancak bu yöntemlerden yakma atmosfere saldığı zararlı gazlar bakımından hava kirliliği ve uzun vadede sera etkisine neden olabilmektedir. Diğer yöntem olan atıkların gömülmesi de toprak kirliliğine sebep olmaktadır.

Petrokimyasal ürünlerin geri dönüştürülmesi işlemi devletler için çeşitli hukuksal düzenlemeler ve maddi zorluklar getirmektedir. Bu zorluklarla gelişmiş ülkeler maddi olanakları ve toplum bilinci sayesinde bir nebze olsun başa çıkabilir. Ancak gelişmekte olan ülkeler ile ekonomik ve eğitimsel bazda sorun yaşayan ülkeler bu zorluklarla başa çıkmakta zorlanmaktadırlar. Gelişmiş ülkeler atıkları sınıflandırarak ayrı şekilde toplanması ve sonrasında geri dönüşüm tesislerinde işlenmesi işlenemeyecek olan atıkları da gelişmekte olan ülkelere para vererek göndermesi yoluyla bu sorunu çözmeye çalışmaktadır. Ancak bu atık ihracatı gelişmekte olan ülkeler için kısa vadede bir ekonomik rahatlama sağladığı gibi uzun vadede hali hazırda kendi atıkları ile birlikte dışardan alınan bu atıkların iyi yönetilememesi ülkede çevresel sorunlar ve refah durumunda azalmaya yol açmaktadır.

Bu sorunlar Simon Kuznets'in Kuznets eğrisi hipotezini çevresel sorunlara uyarlayan Grossman ve Krueger'ın Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ile incelenmektedir. Bu hipotez, ekonomik gelişmişlik seviyelerinin başlarda çevresel sorunlar yarattığını ancak belli bir eşik noktasından sonra bu çevresel sorunların azaldığını ifade etmektedir.

Tezde çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi panel veri modelleri yardımıyla Türkiye'nin de aralarında bulunduğu Yunanistan, Slovakya, Slovenya ve Macaristan'dan oluşan 5 ülke için 2000-2019 dönemi verileriyle test edilmesi amaçlanmıştır. OECD'nin Balkanlar coğrafyasında yer alan bu ülkeler geri dönüşüm seviyesi ve belediyesel atık üretimi bakımından OECD'nin Avrupa coğrafyasının diğer bölümlerinde yer alan ülkelere göre daha az efektif olduğu düşünülmüş ve seçilmiştir. Ayrıca bu ülkeler arasında ekonomik gelişmişlik seviyeleri bakımından önemli bir fark bulunmamaktadır. Gündoğdu (2021) çalışmasında yer alan bilgilere göre Türkiye 2018 yılında dünyanın en büyük plastik atık ithalatçısı Çin'in plastik atık ithalatını yasaklaması sonrasında bu görevi devralmıştır. Bunun sonucunda son yıllarda Türkiye'nin plastik atık ithalatı diğer önemli ölçüde artış göstermiştir.

Bu amaçla hazırlanan tezin ikinci bölümünde geri dönüşüm seviyesi ve çevresel Kuznets eğrisi hipotezi hakkında literatürde yer alan çeşitli çalışmalar kısaca özetlenerek gösterilmiştir.

Materyal ve yöntem başlıklı 3. bölümde çevre sorunları ve çevrenin ekonomik büyüme ile ilişkisi başlığı altında doğal ve yapay çevrenin tanımı yapılmıştır. Yapılan tanımdan sonra çevre kirliliğini etkileyen faktörler başlığı altından hava, su ve toprak kirliliğine değinilmiştir. Sonraki kısım geri dönüşüm, çevre ve ekonomi başlığı altında ekonomik büyüme nedir ve bu ekonomik büyümenin çevreye etkilerinden bahsedilirken geri dönüşüm ile ekonomi arasındaki ilişkide incelenmiştir. Birinci bölümde son olarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi hakkında bilgi verilmiştir.

Materyal ve yöntem başlığının ikinci bölümünde analiz kısmında kullanılan panel veri yöntemi kısaca özetlenmiştir. Bu özetlemeden sonra kullanılan panel veri yöntemi olan eşanlı panel veri modelleri yöntemine çeşitli alt başlıklar altında detaylıca değinilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde seçilen ülkeler için eşanlı panel veri yöntemi uygulanarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi test edilmiştir. OECD de yer alan Balkan ülkeleri çalışmada yer almıştır. Bu ülkelerin nüfus ve ekonomik gelişmişlik seviyeleri çoğunlukla birbirinden farklıdır. Analizlerde 2 tanesi içsel ve 16 tanesi dışsal olmak üzere toplam 18 değişken kullanılmıştır. Çalışmada yer alan bu değişkenler 6 modelde değerlendirilmiştir. Sonuçlar beşinci bölümde yorumlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatüre bakıldığında çevresel Kuznets eğrisi hipotezi araştırmacılar tarafından çeşitli açılardan incelenmiştir. 90'lı yılların başında yaygınlaşan belediyelerin geri dönüşüm programları literatürdeki çalışmaları da bu yönde etkilemiştir. Bu analizlerde geri dönüşüm seviyeleri açıklayıcı değişkenini baz alan fonksiyonlar kurularak geri dönüşümün başarısı incelenmiştir.

Callan ve Thomas (1997), 1994-1995 yılları arasında Massachusetts eyaletindeki 351 belediye için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada geri dönüşüm oranının bağımlı değişken olduğu çoklu doğrusal regresyon modeli kullanılmıştır. Modelden çıkan sonuçlara göre birim bazlı fiyatlandırma, kaldırım kenarı geri dönüşüm ve malzeme geri dönüşüm tesisinin varlığının geri dönüşü oranını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Sosyoekonomik değişkenlerden eğitim ve kırsal topluluk değişkenlerinin pozitif etkisi var iken nüfus yoğunluğunun negatif yönde bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Abrate ve Ferraris (2010) çalışmalarında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin özel bir uygulaması ile gelir ve ev içi atık üretimi arasındaki ilişkiyi açıklamayı amaçlamışlardır. Çalışmada 2004-2006 yılları arasında İtalya'da yer alan 547 belediyenin verileri kullanılmıştır. Kullanılan değişkenler ise bir yıl içerisinde toplanan toplam katı atık miktarı, bir yıl içerisinde toplanan toplam ayrılmamış atık miktarı, bir yıl içerisinde toplanan toplam ayrılmış atık miktarı, kişi başına gelir, nüfus, rakım, nüfus sıklığı, hane halkı büyüklüğü, lise mezunu yetişkinlerin nüfus içerisindeki payı şeklindedir. Uygulamanın ekonometrik sonuçlara göre İtalya'da belediye düzeyinde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi gelir ile ev içi atık üretimi arasındaki ilişkinin varlığını desteklemektedir.

Gnonlonfin vb. (2017), Akdeniz'e kıyısı olan 19 ülke için 1990-2010 yılları arası kişi başına düşen belediyesel atık üretimi, gelir düzeyi, endüstrinin gayri safi milli hasıla içerisindeki yüzdesi, hizmetlerin gayri safi milli hasıla içerisindeki yüzdesi, uluslararası

rekabetin yoğunluğu, ithalatın gayri safi yurt içi hası içerisindeki yüzdesi, kadın çalışanların nüfus içerisindeki yüzdesi, 0-14 yaş aralığındaki bireylerin nüfus içerisindeki yüzdesi, eğitim açısından insani gelişim göstergesi, nüfus sıklığı, şehirlerde yaşayan nüfusun yüzdesi, ar-ge harcamalarının nüfus gayri safi yurt içi hasıla içerisindeki yüzdesi, kamu harcamalarının gayri safi yurt içi hasıla içerisindeki yüzdesi, ortalama yağış miktarı (1961-1990) ve ortalama sıcaklık (1961-1990) değişkenleri ile Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini test etmişlerdir. Bunun yanı sıra araştırmada belediyesel atık üretiminin ana belirleyicilerinin de belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi sadece yüksek gelirli ülkeler için geçerli olurken grafikte bulunan dönüm noktalarında yüksek olduğu gözlenmiştir. Politikacıların belediyesel katı atık üretimini kısa ve orta vadeli kalkınma politikalarıyla düşüremeyecekleri sonucuna varılmıştır.

Destek vd. (2018) makalesinde 1980-2013 yılları arasında Avrupa Birliği ülkeleri için çevresel Kuznets eğrisi hipotezini ve ekolojik ayak izinin rolünü incelemişlerdir. Araştırmada; ekolojik ayak izi, kişi başına gayri safi yurt içi hasıla, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari açıklık değişkenleri kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre gelir ile ekolojik ayak izi arasında U şeklinde bir ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca AB ülkeleri için yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının kullanımı çevresel bozulmayı arttırırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve ticarete açık olma durumu çevresel bozulmayı azaltmaktadır.

Ercolano vd. (2018) makalesinde Lombardy bölgesinde bulunan 1497 belediyenin 2005-2011 yılları arasında günlük kişi başına düşen atık miktarı, kişi başına düşen ortalama vergi beyannamesi, nüfus sıklığı, 65 yaş üstü bireylerin toplum içerisindeki yüzdeleri, kişi başına kalacak yer sayısı ve yabancıların nüfusa oranı istatistiklerini kullanarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini test etmişlerdir. Çalışmada sabit etkiler regresyonu, genelleştirilmiş momentler yöntemi ve bir dizi sağlamlık kontrolü yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre belediyeler arasında ekonomik kalkınma ve atık üretimi arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğuna rastlanırken çalışmada yer alan belediyelerden sadece birkaçı tahmin edilen eğrinin dönüm noktasına ulaşmaktadır.

Gui vd. (2019), Çin’de bulunan 285 şehrin 2006-2015 yılları arasında yer alan kişi başına düşen toplam belediyesel katı atık miktarı, kişi başına düşen gayri safi milli hasıla, şehirde yaşayan topluluğun toplam kitle içerisindeki yüzdesi, yüksek öğretim kurumlarının sayısı, temizlik işleri için ayrılan yıllık bütçe, üçüncül sanayi üretiminin gayri safi milli hasıla içerisindeki payı ve toplam yol uzunluğu verilerini kullanarak panel veri analizi yöntemiyle analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre toplam yol uzunluğu ve üçüncül sanayi üretiminin gayri safi milli hasıla içerisindeki payı belediyesel katı atık miktarını arttırırken, temizlik işleri için ayrılan yıllık bütçe ve eğitim düzeyinin belediyesel katı atık üretimi ile negatif ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinde mercek altına alınmıştır. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin öngördüğü U şekilli ilişkiye rastlanmamıştır.

Valenzuela ve Levi (2019) çalışmasında 2013-2017 yılları arasında Şili’de bulunan 42 belediye için kaldırım kenarı geri dönüşüm, geri dönüşüm programlarının süresi, atık yönetimine yapılan kişi başına harcama, nüfus yoğunluğu toplam nüfus ve yoksulluk oranı değişkenlerini kullanarak panel veri analizi yöntemi ile geri dönüşüm oranları arasındaki ilişkiyi araştırılmak istenmiştir. Analiz sonuçlarına göre kaldırım kenarı geri dönüşümü, geri dönüşüm programlarının süresi ve atık yönetimine kişi başı yapılan harcamalarının geri dönüşüm oranları ile anlamlı bir şekilde pozitif ilişkili olduğu saptanmış iken nüfus yoğunluğu, toplam nüfus ve yoksulluk oranının geri dönüşüm sürecini açıklamakta önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tatoğlu ve İçen (2019) Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini çok boyutlu panel veri modelleri ile incelemiştir. Bu inceleme için 66 ülkenin 1971-2014 yıllarındaki verileri kullanılmıştır. Ülkeler için düşük, alt-orta, üst-orta ve yüksek olacak şekilde 4 farklı grup oluşturulmuştur. Çalışmada ÇKE hipotezini ülke, zaman ve ülke gelir grupları olmak üzere 3 boyutlu panel veri modeli ile incelemiştir. Çalışma sonucunda ülke gelir gruplarının tesirinin olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra alt ve üst gelir gruplarında yer alan ülkeler için ÇKE hipotezi sağlanmıştır ancak orta grupta yer alan ülkeler için sağlanamadığı saptanmıştır.

Baalbaki ve Marrouch'nin (2020) çalışmalarında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi test edilmiştir. Hipotezin testi için 1995-2012 yılları arasında 33 OECD ülkesinden alınan veriler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan değişkenler; belediyesel yıllık katı atık miktarı, kişi başına düşen gayri safi milli hasıla, nüfus sıklığı, kentsel nüfus sıklığı, enerji yoğunluğu şeklindedir. Araştırma sonuçlarına göre kişi başına düşen milli gelir ile belediyesel katı atık miktarı arasında hipotezin ön gördüğü ter U şeklinde bir çevresel Kuznets Eğrisi ilişkisi bulunmamaktadır.

Boubellouta ve Brandt'nin (2020) yayımladıkları çalışmalarında Avrupa'da bulunan 30 ülke üzerinde 2000-2016 yılları arasında kişi başına düşen e-atık üretimi, yıllık bilgi ve iletişim teknolojisi malları ihracatı, kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla ve nüfus verileri ile dengeli bir panel oluşturarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kişi başına düşen e-atık değişkeni için desteklediği sonucuna varılmıştır.

Soukiazis ve Proença'nın (2020) çalışmasında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini 2009-2018 yılları arasındaki Portekiz'de yer alan belediyelerin kişi başına düşen atık üretimi, kişi başına geri dönüşüm seviyesi, kişi başına gayri safi yurt içi hasıla, birincil sektörün gayri safi yurt içi hasıla içindeki oranı, ikincil sektörün gayri safi yurt içi hasıla içindeki oranı, üçüncül sektörün gayri safi yurt içi hasıla içindeki oranı, nüfus sıklığı, 65 yaş üstü bireylerin nüfus içerisindeki oranı, 15-65 yaş arası bireylerin nüfus içerisindeki oranı, gayri safi yurt içi hasıla ortalamasının seçili belediyedeki ortalamadan büyük ise 1 küçük ise sıfır kukla değişkeni ve 2011-2014 yıl aralığına gelen dönemler için 1 diğer dönemler için 0 kukla değişkeni ile incelemiştir. Çalışmada panel eşbütünleşme modeli kullanılır iken bağımlı değişkenler ise kişi başına düşen atık üretimi ve kişi başına geri dönüşüm seviyesi olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre atık üretimi ile kişi başına düşen toplam üretimi arasında ters U biçiminde ilişkiyi doğrular iken kişi başına geri dönüşüm ile kişi başına atık üretimi ve kişi başına geri dönüşüm ile üçüncül sektör arasında U- şeklinde bir ilişkinin varlığı saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çevrenin Ekonomik Büyüme ile İlişkisi ve Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

3.1.1. Doğal ve yapay çevrenin tanımı

Genel anlamda doğal çevrenin tanımına bakılacak olunursa çevre; canlı varlıkların yaşamlarını sürdürebilmek için bağlı bulundukları doğal ve maddi şartların bütünüdür bunun yanı sıra canlılar aynı çevrede bulundukları için birbirlerini çeşitli yollardan da etkilemektedir (Karaca, 2009). Bu etkileşimde insanoğlunun dominantlığı ilk primatlardan modern insana doğru lineer bir trend ile artmaktadır. İnsanoğlunun bu etkisi ilk etapta tanımlanan doğal çevrenin ikinci yönü olan yapay çevreyi meydana getirmektedir buradan anlaşıldığı üzere yapay çevre insanoğlunun çevreye verdiği etki ile bozulan doğal olmayan çevreye verilen isimdir (Alagöz ve Yılmaz, 2001).

3.1.2. Geçmişten günümüze çevre sorunları

Bilimin bize sağladığı bilgiler ışığında Dünya'nın Evrendeki çok sayıda gezenin arasında çok eşsiz bir yeri olduğu ve Dünya'nın bildiğimiz yaşamı tek başına desteklediği açık bir gerçektir (Misra, 1996). Bununla birlikte insanlık dünyada var olduğundan bu zamana doğada diğer vahşi hayvanlar, doğal afetler, kitlesel yok oluşlar gibi birçok mücadele içerisinde. İnsanlık medeniyetini zaman içerisinde geliştirmiş, Özellikle sanayi devriminden sonra içerisinde bulunduğu bu mücadeleyi lehine çevirmiştir. Fakat farkında olmadan doğaya ciddi zararlar da vermiştir.

20. Yüzyıl doğayı korumak adına, ulusal faaliyetlerde olağan üstü bir artışa tanıklık etmiştir (Frank, Hironaka, Schofer, 2000). Ünlü biyolog E.O. Wilson a göre 21. yüz yılın çevre çağı olacağı ön görüşünde bulunsa da görüyoruz ki bu çağ daha erken başladı (Haas, 2001). 1972 de Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı ile ilk olarak insan davranışlarının

evre zerindeki etkisine varıldı. Bu tarihten önce ulusan liderler genel olarak evre sorunlarına aşına değildi, bilimsel anlayış ilkel ve çevrenin korunmasını teşvik etmek için çok az ulusal veya uluslararası kurum vardı. Ancak son 30 yılda evre, uluslararası diplomatik gündemde sıkı bir şekilde yer almaya başlamış ve bunun sonucu olarak da çevresel kaliteyi etkileyen çoğu insan faaliyeti için bağlayıcı kurallar geliştirilmiştir (Haas, 2001).

3.1.3. evre kirliliğini etkileyen faktörler

Dünyada yaşam Ekosfer ve ya Biyosfer olarak bilinen litosfer (toprak), Hidrosfer (su) ve Atmosferin (hava) oluşturduğu katmanlarda ve bu katmanların birbirleri ile etkileşimi ve karşılıklı bağımlığı ile bu yaşam 15 km lik ince bir tabakanın üzerinde sürmektedir (Misra, 1996). Belirtilen bu unsurların ihtiyaçtan fazla ve kusurlu bir şekilde kullanılması, bu unsurlara zarar verilmesi gibi durumlarda doğadaki denge bozulacak ve bozulan bu denge de birçok problem doğuracaktır (Tütüncü, 2012). Bu problemler hava su ve toprak kirliliği olarak 3 ana başlık altında değerlendirilmektedir.

3.1.3.1. Hava kirliliği

Hava kirliliğine genel olarak bakacak olursak insanların hayvanların ve bitkilerin sağlığına zarar verebilecek kimyasallardan veya parçacıklardan oluşan kirliliktir (Evers ve Gunther, 2011). Havadaki bu kirletici unsurlar katı parçacık şeklinde veya sıvı damlacık şeklinde de bulunabilirler. Bununla birlikte Güneşten gelen enerji dünyanın iklimi ve havasını yönlendirir. Dünyaya gelen güneş ışınları içerisindeki enerji ile yüzeyi ısıtır daha sonrasında enerjisi azalan güneş ışınları yansıyarak uzaya geri gider iken atmosferik sera gazları (su buharı, karbondioksit ve diğer gazlar) giden bu enerjinin bir kısmını hapseder. Bu doğal “sera etkisi” olmasaydı yeryüzündeki sıcaklıklar şu anda olduğundan çok daha düşük olurdu ve bildiğimiz haliyle yaşam imknsız olurdu. Bununla beraber sera gazlarının konsantrasyonu normal seviyelerin üzerine çıktığında problemlerde ortaya çıkmaya başlar. Bu durumu örneklendirmek gerekirse yazın pencereleri kapalı bir arabanın içinde

buluğunuzu ve içerideki sıcaklığın artışının ne kadar fazla olduğu düşünülebilir (Tietenberg ve Lewis, 2018).

Dünyada özellikle sanayi devriminden sonra atmosfere salınan yüksek miktardaki sera gazlarının etkisiyle ortalama sıcaklık artışı gözlemlenmektedir. 1981 yılında Kolombiya uzay mekiği ile fırlatılan MAPS uydusunun tropikal Asya, Afrika ve Güney Amerika üzerindeki ölçümleri yüksek karbondioksit konsantrasyonunu gözler önüne serer iken bu sorunun uluslararası bir probleme dönüştüğünün de farkına varılmıştır (Akimoto, 2003).

3.1.3.2. Su kirliliği

Su kirliliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, iklim değişikliği, enerji ve sosyoekonomik konularla birlikte insanlığın bugün karşı karşıya olduğu ana tehdit ve zorluklardan biridir (Ganoulis, 2009). Su kirliliğinin genel tanımına bakacak olursak; Su kirliliği insanların kendi amaçları için suyun kimyasal bileşimini, sıcaklığını veya mikrobiyal bileşimini, yerleşik organizmalara veya insanlara zarar verecek ölçüde değiştirmesidir (Alan, 1995).

İçtiğimiz ve tarımda kullandığımız suyun kirlenmesi nüfusa sağlık yönünden önemli zararlar verir. 1980'lerde su tedarikini arttırabilmiş olsak da içme suyu kalitesi hala tatmin edici olmaktan uzaktır (Misra, 1996). Öte yandan sorunun boyutu BM kuruluşlarından gelen birçok rapor ile de doğrulanmıştır (Ganoulis, 2009). Sanayileşmiş ülkeler, su kirliliğinin neden olduğu sorunlar ve bunu kontrol etmek için mevcut stratejiler ve teknolojiler konusunda deneyime sahiptir (Hespanhol ve Helmer, 1997). Gelişmekte olan Dünyada, kentleşme ve sanayileşmeyle birlikte kirlilik hızla artmasına rağmen çoğu ülke kirlilik kontrol önlemleri veya kurumsal ve yasal çerçeveler konusunda çok sınırlı deneyime sahiptir (Hespanhol ve Helmer, 1997). Bu tip ülkelerin su kirliliği politikalarını düzenlemeleri hem kendileri hem de diğer ülkeler için gerekmektedir. Çünkü su kirliliği hem insanlar hem de ekosistem için mevcut tatlı su kaynağı miktarını azalttığı için su krizine de katkıda bulunmaktadır (Ganoulis, 2009). Bunun yanı sıra su kirliliğinin insanlara verdiği zararları Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından hazırlanan Küresel Çevre Görünümü Raporundan (2000) alınan istatistiklerle göstermek gerekirse;

- Dünyada her 5 kişiden birinin güvenli içme suyuna erişimi bulunmamaktadır.
- Kirliliği su, her yıl 1,2 milyar insanın sağlığına etkilemekte ve her yıl 5 yaşından küçük 15 milyon çocuğun ölümüne sebep olmaktadır.
- Kirlenmiş suyun neden olduğu ishaller hastalıkları (kolera ve dizanteri gibi) her yıl üç milyon insanın ölümüne sebep olmaktadır.
- Yetersiz su yönetiminin neden olduğu Sıtma gibi vektör kaynaklı hastalıklar, her yıl 1,5-2,7 milyon insanın öldürmektedir.

şeklinde (Ganoulis, 2009). Tüm bu nedenler ve faktörler göz önüne alındığında su kirliliği küresel bir sorun olarak tüm insanlık üzerinde sorumluluk teşkil etmektedir.

3.1.3.3. Toprak kirliliği

Toprak (Pedosfer) zamanla dünya yüzeyinde ince bir tabaka halinde yavaş yavaş gelişen bir metreyedir. Esas olarak organik maddeler, yıpranmış mineral partikülleri, canlı organizmalar, sıvılar ve gazlardan oluşur; bu nedenle canlı varlıklar için gerekli olan Dünyanın en önemli doğal kaynaklarından biridir (Singh vd., 2020). Bu doğal kaynağı insanlık gıda üremini destekleyerek toplam doğal kaynak stokuna katkıda bulunma amacıyla kullanır (Velasquez, 2009). Ancak insanlık bu sahip olduğu doğal kaynağı tıpkı diğerleri gibi çeşitli faaliyetler ile kirletmektedirler.

Toprak kirliliği tanımına bakaç olursak zararlı kimyasal elementlerin ve ağır metallerin toprağın kalitesine doğal olarak da verimliliğine zarar vermesidir (Li ve Xing, 2020). Toprak kirliliğinin oluşumunu basitçe anlatmak gerekirse; toprakta akışkanlığın olmaması nedeniyle kirliliğin uzun zaman boyunca toprakta birikmesi yüzünden oluşur (Li ve Xing, 2020). Bu duruma örnek; plastiklerin düşük ışık ve düşük oksijen koşullarında çevrede yüzlerce yıl birikip kalabilmesi verilebilir (Pathab vd., 2020).

Toprak kirliliği insanlık tarafından yapılan birçok faaliyet ve deneyin bir sonucudur. Zararlı gazlar ve kimyasallar, tarım ilaçları, gübre ve böcek ilaçları gibi endüstriyel atıklar toprak kirliliğinin en önemli nedenleridir. Bu kirliliğin genel olarak nedenleri:

- Zararlı sulama uygulamaları
- Uygun olmayan septik sistemi ve bu sistemin yönetimi ile bakımı
- Sıhhi kanalizasyon sızıntıları
- Endüstriyel faaliyetler sonucu çıkan dumanın yağmur bulutları ile karışması sonucu ortaya çıkan asit yağmurları
- Otomobillerdeki yakıtların yağmur sonucu toprağa sızması
- Sağlıksız atık yönetimi ve teknikleri sonucu kanalizasyonların büyük çöplüklere ve yakınındaki nehirlerle bırakılmasıyla oluşan kirlilik

olarak listelenebilir (Uddin vd., 2017).

Toprakta biriken çok sayıda kirletici diğer kaynakları da etkileyerek kirliliğin daha da artmasına neden olmaktadır buna örnek yeraltı suların kirliliği olarak verilebilir. ABD de 70 lerin sonunda meydana gelen The Love Canal faciası ve daha sonrasında Hollanda'da meydana gelen Lekkerkerk faciası dünya çapınca otoriteler ve bilim adamlarını toprak kirliliği ve yeraltı su kirliliği sorunları hakkında daha duyarlı olmalarını sağlamıştır (Zehender, 1994). Görüldüğü gibi toprak kirliliği sadece insanların sağlığını ciddi şekilde etkilemekle kalmaz, aynı zamanda su kaynaklarının kalitesine, hatta atmosferik çevrenin bozulmasına neden olarak ekolojik dengeyi olumsuz etkiler (Li ve Xing, 2020).

Toprak kirliliği büyük ölçekte yatay ve dikey alana sahip bir kirlilik çeşidi olduğu için kontrol etmesi de hayli zordur (Li ve Xing, 2020). Ancak bu kirliliği önlemenin çeşitli yolları da mümkündür. Toprağın korunması ve kirliliğin azaltılması hükümetler, kurumlar, topluluklar ve bireylerin ortak önlemlerde birleşerek hep birlikte hareket etmesiyle sağlanabilir.

3.1.4. Geri dönüşüm, çevre ve ekonomi

Günümüzde insanlık daha yüksek yaşam kalitesi amacını hedeflemektedir. Ancak bu yaşam kalitesinin artması tüketimin artmasına neden olurken beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Artan üretimin sonucu olarak oluşan atıkları çevre ve ekosistem için bir sorun teşkil etmektedir. Günümüzde devletler kalkınmalarını sürdürebilmek için bu atıkları

göz önüne alarak malların üretiminden atıkların bertarafına kadar her aşamada enerji kullanımını minimize etmenin önemini kavramış durumdadırlar (Subramanian, 2000).

Genel olarak geri dönüşüm tanımına bakacak olursak geri dönüşüm; aksi takdirde çöp olarak atılacak malzemelerin toplanması ve işlenmesi ile yeni ürünlere dönüştürülmesi sürecidir. Geçmişte geri dönüşüm düşüncesinden önce kirlilik sorununu çözmek için farklı metotlar denenmiştir. İlk etapta aranan çözüm; kirliliği başlamadan bitirmeyi amaçlıyordu. Bu doğrultuda geliştirilen teknolojiler kirlenmeye sebep olan unsurların hava, su veya torağa karışmasından önce engellenmesine yönelikti. Bunun bir sonucu olarak, yüksek miktarda enerji ile malzeme ihtiyacı olan ve verim açısından da yüksek olmayan teknolojiler kullanılmaktaydı (Arabacıoğlu, 2017). Daha sonrasında 80'ler ve 90'lar da ortaya çıkan çevre yönetimi, endüstriyel ekoloji, toplam kalite gibi yaklaşımlar ile günümüzde benimsenen temiz üretim yaklaşımı ilk etapta düşünülen yöntemlerin dezavantajlarını gidermek için medeniyetimizce üzerinde çalışılan bakış açıları ve bakış açılarının sonucu olarak üretilen teknolojiler içermekteydiler (Arabacıoğlu, 2017).

Hem ekonomi hem insan sağlığı hem de çevre sağlığı açısından geri dönüşüm anlayışının ciddi faydaları bulunmaktadır. Geri dönüşümün faydalarına basitçe değinilecek olursa;

- Geri dönüşümün çevre dostu olmakla birlikte hava kirliliğini azalttığını düşünmektedir. Çünkü geri dönüşüm yakma fırınlarında daha az atığın yanmasına neden olurken bunun bir sonucu olarak da çöplüklerde depolanan atıklar (Metan ve diğer toksik gazlar açığa çıkaran) azalmaktadır.
- Geri dönüşüm yeni hammaddeleri için madencilik yapak yerine hâlihazırda mevcut malzemeleri kullandığı için doğal kaynakları korumaktadır.
- Teknolojiler, geçmişe nazaran daha az insana emeği ve daha az ulaşım gerektiriyor ve bu da süreci her zamankinden daha verimli hale getiriyor.
- Daha fazla şirket ürünlerini geri dönüştürülmüş malzemelerle paketliyor, bu da karbondioksit emisyonlarını ve çöpü daha da azaltıyor.

şeklinde bir liste yapılabilir (Friedman, 2009). Ancak bu faydaların sağlanabilmesi için hükümetler, toplumun her kesimi ve özel kuruluşlar gibi faktörlerin kolektif bir biçimde çalışması gerekmektedir.

3.1.4.1. Ekonomik büyüme

Genel olarak ekonomik büyümeyi tanımlamak gerekirse bir ülkenin çeşitli periyotlarda üretim kapasitesinde oluşan artış olarak tanımlanabilir (Özel, 2012). Bu üretim kapasitesindeki artış ülkenin mal ve hizmet kapasitesi olarak belirtilebilir. Ülkedeki mal ve hizmet niceliğinin artması kullanılan faktörlerin veya istihdam seviyesini artmasıyla meydana gelmektedir (Yılmaz, 2008).

Adam Smith' in yazdığı Ulusların zenginliği kitabı ile ilk olarak değinilen konu olan ekonomik büyüme daha sonrasında David Ricardo, Thomas Malthus, Frank Ramsey, Ally Young, Kingh Josep Schumpeter, Paul Romer ve Robert Barro gibi isimler modern büyüme ile ilgili literatüre kademe kademe katkıda bulunarak gelişmesinde önemli rol oynamışlardır (Yılmaz, 2008).

3.1.4.2. Ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkileri

Ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ilişki tartışmalıdır. Ekonomik büyüme ülkelerin refah seviyeleri için önemli bir olgu iken doğal çevrede tüm insanlığın ortak sorumluluğunda olan bir konudur. Georgescu-Roegen (1971), Meadows vd. (1972), Ehrlich ve Holdren (1971), (1974) ve Cleveland (1984) gibi bilim adamlarına göre daha yüksek ekonomik faaliyet seviyeleri (üretim ve tüketim) daha fazla enerji ve malzeme girdisi gerektirir ve daha büyük miktarlarda atık ürün üretir (Panayotou, 2000). Doğal kaynakların daha fazla çıkarılması, atıkların birikmesi ve kirletici maddelerin konsantrasyonu, biyosferin taşıma kapasitesini aşacak ve artan gelirlere rağmen çevre kalitesinin bozulmasına ve insan refahının düşmesine neden olacaktır (Panayotou, 2000).

Doğaya verilen zararları tolere etmek, ekolojik bilinci arttırmak adına; sivil toplum kuruluşlarının organizasyonları, kongreleri, sempozyumları, çeşitli uluslar arası anlaşmalar ile sağlanmaya çalışılmasına rağmen üzüntü ile söylemek gerekir ki yapılan analizler ışığında bu eforun yetersiz olduğu “Sezar’ın doyumsuz lejyonlarının hala hareket halinde olduğu söylenebilir” (Caldwell, 1985). Bu durumu lehimize çevirmek için uluslararası kanun koyucuların daha titiz çalışması gerekmektedir.

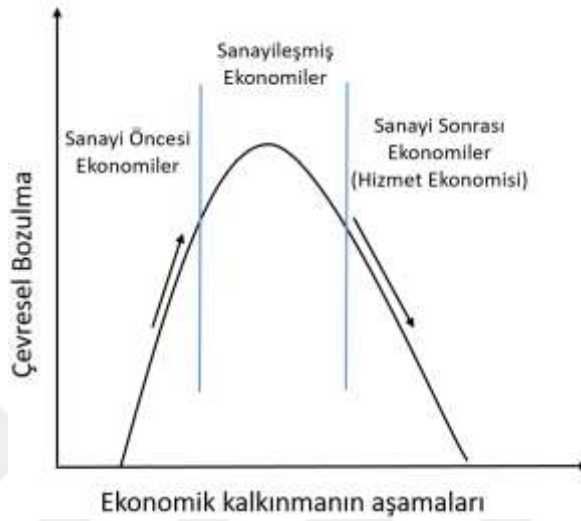
Ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ilişkiyi açıklamak adına çeşitli teoriler mevcuttur. Bu mevcut teorilerden en önemlilerinden birisi Kuznets Eğrisi teorisidir.

3.1.5. Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi

Mekanizasyon, ülkelerin üretim seviyelerinin arttırarak insanlığın refah seviyesini iyileştirmiştir. Ancak sera gazı emisyonu oranları ve ekolojik ayak izi seviyesini de arttırarak su, hava ve toprak kirliliğine neden olmuştur. Bu sorunlar kalkınmanın yan etkileri olarak adlandırılabilir (Özcan ve Öztürk, 2019). Ekonomik kalkınma ile ilişkili belirtilen çevresel olumsuzluklar göz ardı edilirse, ekonomik büyüme ivmesini korumak muhtemelen güçleşecektir (Murshed vd., 2021). Yani insanlığın içinde bulunduğu sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ilişkiyi iyi bir şekilde anlayıp sonuçlarını doğru bir şekilde kavrama ile ilgilidir (Uchiyama, 2016).

Çevre ile ekonomi arasındaki bu ilişkinin incelenip anlaşılması modern toplumlumlar için önemli bir yer teşkil etmektedir. Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki bu bağlantı gelir eşitsizliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ters U şeklinde bir eğri ile açıklayan Simon Kuznets ‘ten (1955) esinlenen Grossman ve Krueger (1991) tarafından Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi altında incelemiştir. Kuznets ’in 1955 yılında Ekonomik büyüme ve Gelir Eşitsizliği başlığı altında yayımladığı çalışmada gelir eşitsizliği ile ekonomik büyüme arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu varsayılmaktadır. Başka bir deyişle, ekonomik büyümenin ilk aşamalarında gelir dağılımı eşitsizken, büyümenin sonraki aşamalarında daha eşit hale geldiğini belirtir (Kuznets, 1955). Buna dayanan Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi ekonomik bakımdan büyüyen ülkelerin

belirli bir eşiği aştıktan sonra çevresel performansının iyileşmesinin muhtemel olduğunu varsayar (Özcan ve Öztürk, 2019). Yani kişi başına düşen gelirdeki artışla birlikte çevredeki iyileşme, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) ile yansıtılmaktadır denilebilir (Bibi ve Jamil, 2021).



Şekil 3. 1 Kuznets Eğrisi (Özcan ve Öztürk, 2019)

Şekil 3.1 de ekonomik olarak büyümenin çevreye verdiği etkiler 3'e ayrılarak gösterilmiştir. Buna göre ekonomik kalkınma sanayi öncesi ekonomiler, sanayileşmiş ekonomiler ve sanayi sonrası ekonomiler olarak belirtilmiştir. Kalkınmanın erken evresinde, yani sanayi öncesi ekonomiler döneminde, çevresel bozulma düzeyi artar iken, gelişmenin ikinci aşaması olan sanayi ekonomilerinde dönüm noktasına ulaşır daha sonrasında sanayi sonrası ekonomiler bölümünde ise çevresel bozulmanın yönü tersine dönerek azalmaya başlar (Özcan ve Öztürk, 2019). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi neoklasik iktisat teorisi tarafında da kısmen desteklenir. Neoklasik iktisat teorisine göre ekonomik büyüme yönelik optimal yol kirlilik artışı ve çıktı arasında pozitif bir ilişkiye yol açar ancak kirlilik artışı ve emisyon seviyeleri arasında negatif bir ilişki öngörür. Bir başka deyişle artan üretimin yarattığı kirlilik nedeniyle özel refahtaki azalmalar, kirlilik kontrolüne yapılan yatırımları tetikler (Lu vd., 2021).

3.1.5.1. Çevresel kuznets eğrisine teorik bakış

Grossman ve Krueger (1991) tarafından önerilen ÇKE hipotezine göre, literatürdeki model karesel ve kübik olmak üzere iki şekildedir.

Karesel model;

$$Y = \alpha + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2^2 + u$$

şeklinde ifade edilir. Hipotezdeki ikinci model olan kübik model ise;

$$Y = \beta + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2^2 + \beta_3 X_3^3 + u$$

şeklinde ifade edilir. İki modelde de bulunan Y değişkeni çevresel kirlenmeyi X değişkeni ekonomik gelişmişlik durumunu gösterir iken u hata terimini temsil eder. Her iki modelde yer alan $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ parametreleri eğim parametrelerini göstermektedir. Parametrelerin durumu ÇKE'nin de durumunu etkilemektedir. Başka bir ifade ile ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ilişkinin varlığını göstermektedir. Parametrelerin durumlarına göre ÇKE nin aldığı durumlar Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de gösterilmiştir (Lu vd., 2021).

Çizelge 3. 1. Karesel Model Parametreleri İçin ÇKE Durumu

Tahmin Parametreleri	ÇKE Durumu
$\alpha_1 > 0, \alpha_2 = 0$	Monoton Artan
$\alpha_1 < 0, \alpha_2 = 0$	Monoton Azalan
$\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0$	Ters U
$\alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0$	U

Kübik parametrelerin durumuna göre ÇKE'nin aldığı durum Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 2. Kübik Model Parametreleri İçin ÇKE Durumu

Tahmin Parametreleri	ÇKE Durumu
$\beta_1 \neq 0, \beta_2 = \beta_3 = 0$	Doğrusal İlişki
$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0, \beta_3 = 0$	Ters U karesel eğri ilişkisi
$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0, \beta_3 = 0$	U karesel eğri ilişkisi
$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0, \beta_3 > 0$	N Kübik eğri ilişkisi
$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0, \beta_3 < 0$	Ters N Kübik eğri ilişkisi
$\beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 0$	İlişki yok

3.2. Panel Veri Modelleri

3.2.1. Panel veri

Panel veri tipik olarak gözlemlenen birçok zaman serisi birimlerini içeren veri kesitidir. Bu nedenle panel verideki gözlemler en az iki boyut içermektedir. i indisi ile birim boyutu gösterilirken t indisi ile zaman boyutu gösterilmektedir. Doğrusal panel veri gösterimi ise Eş. (3.1) de gösterilmiştir.

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}X_{1it} + \beta_{2it}X_{2it} + \dots + \beta_{Kit}X_{Kit} + u_{it} \quad (3.1)$$

Bunun yanı sıra, panel veriler daha karmaşık bir kümeye veya hiyerarşik yapıya sahip olabilir. Örnek olarak i ülkesinin j şehrinde t zamanında istasyondan ölçülen hava kirliliği seviyesini gösterebilir (Hsiao, 2007).

3.2.2. Dengeli ve dengesiz paneller

Dengeli paneller farklı birimler için eşit sayıda gözlemin bulunduğu durumlara denirken dengesiz paneller farklı birimler için eşit olmayan sayıda gözlemin mevcut olduğu durumlar olarak adlandırılır.

3.2.3. Birim – zaman etkiler

Zaman içinde değişmeyen değişkenler birimlerin etkilerini de için de bulunduramayacağı için bu etkilere “birim etkiler” denmektedir. Örnek gözlemlenememiş bir karışıklık tedavi ve kontrol grubunda seviye olarak farklılık gösterebilir, ancak zaman içindeki değişkenler her bir grubu ortalama olarak etkilemek zorundadır. Bu durum gözlemlenmemiş etkilerin analize dahil edilmesine gerek duyulmasını sağlamaktadır.

Bunun aksine sadece birimleri değil bunun yanında zaman etkilerinin de değerlendirildiği durumlara “zaman etkisi” denmektedir. Birimlere göre sabit zamana göre farklı etkiler sergiler (Tatoğlu, 2018).

3.2.4. İçsellik ve dışsallık kavramları

Panel veride dışsallık katı ve zayıf dışsallık olarak iki ayrı durumda değerlendirilmektedir.

Zayıf dışsallık Eş. (3.2)’de genel olarak gösterilmiştir;

$$E(u_{it}|X_{it}) = 0 \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3.2)$$

Eş. (3.2)’ye bakıldığında hata terimi olan u_{it} ’nin bağımsız değişken olan X_{it} ile aynı zaman içerisindeki ilişkilerinin sıfıra eşit olduğu (bir ilişkinin bulunmadığı) görülmektedir.

Katı dışsallık Eş. (3.3)’de genel olarak gösterilmiştir;

$$E(u_{it}|X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{iT}) = 0 \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3.3)$$

Eş. (3.3)'e bakıldığında hata terimi olan u_{it} 'nin bağımsız değişken olan X_{it} ile farklı zaman dilimi içerisindeki ilişkilerinin sıfıra eşit olduğunu yani bir ilişkinin bulunmadığı görülmektedir (Tatoğlu, 2018).

3.2.5. Homojenlik ve heterojenlik durumları

Homojenlik ve heterojenlik durumları panel veri analizinde önemli bir yer tutmaktadır. Homojen bir panel veri modelinden tüm parametreler (Sabit ve Eğim) kişiden kişiye değişiklik göstermez iken heterojenlik durumunda tüm parametreler kişiden kişiye göre değişiklik göstermektedir (Hurlin, 2018). Panel veri çalışmalarında geniş bir kitle ve dar bir zaman aralığında çalışıyor ise eğim parametresinin homojen olması varsayılarak gözlemler havuzlanır. Artan zaman boyutunda Robertson ve Symons (1992) ve Pesaran ve Smith (1995) gibi bazı araştırmacılar tarafından verilerin heterojen birimlerden seçilerek analiz edilmesi sorgulandı (Baltagi, 2005). Ancak bu durumda değişen varyans problemi göz ardı edildiği için yapılan tahminin sonucunda elde edilen tahmin değerleri tutarlı olur ancak etkinliklerini yitirmektedirler (Ün, 2018).

3.2.6. Birimler arası korelasyon

Birimlerin birbiri ile ilişkili olması durumu literatürde yatay kesit bağımlılık olarak adlandırılır. Seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığının dikkate alınıp alınmaması, elde edilecek sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir (Breusch ve Pagan, 1980). Bu nedenle panel veri analizinde kullanılan yöntemler yatay kesit bağımlılığın var olmasında veya var olamamasındaki farklılığa göre değişmektedirler.

3.3. Eşanlı Denklem Modelleri

3.3.1. Eşanlı denklem modelleri hakkında

Klasik olarak bir bağımlı değişkenin ve birden çok açıklayıcı değişkenin olduğu modellerde açıklayıcı değişkenlerinin sabit değerlerine koşullu olarak bağımlı değişkenin

ortalama değerini kestirmek için kullanılır. Bu durumda bir neden-etki den söz edilir ve yönü de açıklayıcı değişkenden bağımlı değişkene doğru olur. Ancak bazı durumlarda bu değişkenlerdeki etki-tepkinin nerden nereye olduğu kestirilemez yani bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasında eşanlı bir ilişki olabilir. Bu durumda tüm değişkenleri toplayarak eşanlı bir biçimde çözmek doğru olacaktır. Bu yöntemde her içsel değişken için bir değişken oluşturulur (Gujarati ve Porter, 2018).

Denklemdaki sağ taraf sabitlerinin içselliği ekonometride ciddi bir sorundur. İçselliğin nedeni ilgili değişkenlerin seçilirken yeterli önemin gösterilmemesi, ölçüm hatası, kendi kendine seçim ve ya diğer nedenler olabilir. Yapılan bu hata en küçük kareler tahminlerinin tutarsızlığına neden olur ve tutarlı parametre tahminleri elde etmek için iki aşamalı en küçük kareler gibi yöntemlerin uygulanmasını gerektirebilir. Literatürden örnek vermek gerekirse emek, para, mal ve hammaddeler için talep ve arz denklemleri. Ayrıca, tüketim, üretim, yatırım, ithalat ve ihracat gibi davranışsal ilişkiler, içsellikten şüphelenilen ekonomide sadece birkaç örnektir (Baltagi, 2005). Bu durumlarda ülkeler arası veya firmalar arasındaki ilişkiyi açıklamak zor olacaktır. Açıklamayı kolaylaştırmak için daha önce de belirtildiği gibi denklem sistemi kurularak bunları eşanlı şekilde analiz etmek gerekir bu yönüme “Eşanlı denklem sistemleri” denmektedir. Örnek olarak Eş. (3.4) ve (3.5) gösterilebilir.

$$Y_t = \alpha + \beta_1 X_t + \beta_2 Z_t + u_t \quad (3.4)$$

$$X_t = \lambda + \delta_1 L_t + \delta_2 Y_t + \delta_3 K_t + v_t \quad (3.5)$$

Eş. (3.4) ‘de yer alan bağımlı Y_t değişkeninin Eş. (3.5)’de bağımsız değişken olarak yer alırken, Eş. (3.5)’de yer alan bağımlı X_t değişkeni Eş. (3.4)’de bağımsız değişken olarak yer almaktadır. Bu iki bağımsız değişken X_t ve Y_t arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır bu nedenden dolayı bu değişkenlere içsel değişkenler denilmektedir. Bunun yanı sıra bu iki değişken de birbiriyle bağımlı olarak düşünülen bir denklem sistemidir. Bu durumda Z_t , L_t ve K_t değişkenleri de dışsal değişkenler olarak sistemde yer almaktadırlar (Tatoğlu, 2018).

3.3.2. Eşanlı denklem modellerinde değişken türleri

Yukarıda verilen Eş (3.4) ve Eş.(3.5) ‘de Y_{it} Eş.(3.4) için bağımlı değişken iken Eş. (3.5) için açıklayıcı değişkendir bu durum X_{it} için de aynı şekilde Eş. (3.5) için bağımlı Eş. (3.4) için açıklayıcı değişken olarak görülür. Bu durum bir karışıklık yarattığı için denklem sistemindeki bu değişkenler İçsel ve Dışsal değişkenler olarak adlandırılır (Erdem, 2019).

3.3.3. İçsel ve dışsal değişkenler

Eşanlı denklem modellerinde değişkenler içsel ve dışsal olarak sınıflandırılır. Model için uygun olduğu düşünülen değişkenlere içsel değişken tanımı yapılabilirken model dışında tutulmasının uygun olduğu düşünülen değişkenlere basitçe dışsal değişkenler denmektedir. (Kaplan ve Aktaş, 2012). Geleneksel olarak içsel değişkenler ekonomik model tarafından tanımlanırken dışsal değişkenler bu tanımlamaların dışında kalır. İçsel değişkenler literatürde ortaklaşa belirlenmiş değişken olarak da bilinirken dışsal değişkenler de belirlenmiş değişken (içsel değişkenlerin geçmiş değerlerini belirlenmiş gruba dâhil edilmesi) olarak da adlandırılabilir. Dışsal değişkenler önceden belirlendiği için modeldeki hata terimlerden bağımsızdırlar (Maddala, 1992).

A tane içsel ve B tane dışsal değişkeni olan bir denklem modeli Eş. (3.6) ;

$$Y_{1t} = \delta_{12}Y_{2t} + \delta_{13}Y_{3t} + \dots + \delta_{1A}Y_{At} + \lambda_{11}X_{1t} + \lambda_{12}X_{2t} + \dots + \lambda_{1B}X_{Bt} + u_{1t}$$

$$Y_{2t} = \delta_{21}Y_{1t} + \delta_{23}Y_{3t} + \dots + \delta_{2A}Y_{At} + \lambda_{21}X_{1t} + \lambda_{22}X_{2t} + \dots + \lambda_{2B}X_{Bt} + u_{2t}$$

$$Y_{3t} = \delta_{31}Y_{1t} + \delta_{32}Y_{2t} + \dots + \delta_{3A}Y_{At}$$

$$+\lambda_{31}X_{1t} + \lambda_{32}X_{2t} + \dots + \lambda_{3B}X_{Bt} + u_{3t}$$

$$Y_{At} = \delta_{A1}Y_{1t} + \delta_{A2}Y_{2t} + \delta_{A2}Y_{2t} + \dots + \delta_{A,A-1}Y_{A-1,t} \\ + \lambda_{A1}X_{1t} + \lambda_{A2}X_{2t} + \dots + \lambda_{AB}X_{Bt} + u_{At} \quad (3.6)$$

ile ifade edilir. Bunun yanı sıra Eş. (3.6) için A tane hata terimi ($u_1, u_2, u_3, \dots, u_A$) ve T tane toplam gözlem ($t = 1, 2, \dots, T$) var iken içsel değişkenlerin katsayıları δ dışsal değişkenlerin katsayıları da λ ile belirtilmiştir.

Eş. (3.6) dan de görüldüğü gibi iki farklı tür değişken modelin içerisinde. Bunlar Y ile gösterilen içsel X ile gösterilen dışsal değişkenlerdir. Modelde olasılıklı değişkenler olarak içsellers ve olasılıksız olarak da dışsal değişkenler düşünülmektedir.

İçsel ve dışsal değişkenlerin de kendi içerisinde gecikmeli dışsal ve gecikmeli içsel şeklinde bir ayrımı vardır. X_{1t} modelde şimdiki dönem için bir dışsal değişken olarak tanımlarsak $X_{1(t-1)}$ de gecikmeli dışsal değişken olarak adlandırılır. Aynı şekilde $Y_{1(t-1)}$ gecikmeli içsel değişken olarak tanımlanır. $Y_{1(t-1)}$ gecikmeli içsel değişkeni ardışık hata terimlerinden ilişkisizdir çünkü t zamanında $Y_{1(t-1)}$ değişkeninin değeri bilindiği için olasılıktan bağımsız olarak düşünülür (Gujarati ve Porter, 2018).

3.3.4. Eşanlı denklem modellerinde denklem türleri

Eşanlı denklem sistemlerinde tanım denklemler, denge şart denklemleri ve davranış denklemleri olmak üzere 3 çeşit denklem sistemi bulunmaktadır. Eğer denklem sisteminde hata terimi ve bilinmeyen parametre içermiyorsa bu denkleme tanım denklemi denmektedir. Tanım denkleminde olduğu gibi hata terimi ve bilinmeyen parametre içermemesi gerekir

bunun yansira tanım denklemine ek olarak da seçilen iki değişkenin arasında bir eşitliğin olması gerekmektedir. Son olarak davranış denklemlerine bakacak olursak tanım ve denge şartı denklemlerinin aksine bilinmeyen parametrenin olduğu ve bu parametrenin tahmininin gerektirildiği denklem sistemidir (Erdem, 2019).

3.3.4.1. Eşanlı denklem modellerinde denklem sistemi türleri

Denklem türlerinde olduğu gibi denklem sistemlerinde de farklılık göstermektedir. Bu başlık altında yapısal kalıp ve indirgenmiş kalıp denklem sistemleri açıklanacaktır.

3.3.4.2. Yapısal kalıp denklem sistemi

Yapısal denklem modeli Eş.(3.6)'da gösterilmiştir. Bu denklem sistemi ekonomik temelde tüketici ve üretici davranışlarının belirlenmesinde ve ya bit iktisadi modelin yapısını yansıtmaları için kullanılır. Model Eş.(3.6)'da kullanılan δ ve λ katsayılarına yapısal katsayılar denmektedir (Gujarati ve Porter, 2018).

3.3.4.3. İndirgenmiş kalıp denklem sistemi

İndirgenmiş denklem sistemi ve parametrelerini göstermek için Eş. (3.7)'de bir arz ve talep modeli oluşturulmuş burada q miktar p fiyat y gelir ve R ise yağmur miktarıdır. Burada q ve p içsel değişkenler y ve R de dışsal değişkenlerdir. Eşitsizlikteki q ve p yi R ve y 'e göre çözersek;

$$q = a_1 + b_1p + c_2y + u_1 \text{ (Arz fonksiyonu)}$$

$$q = a_2 + b_2p + c_2R + u_2 \text{ (Talep fonksiyonu)} \quad (3.7)$$

Eş. (3.8)'deki indirgenmiş kalıp denklem sistemini elde edilir.

$$q = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{b_2 - b_1} + \frac{c_1 b_2}{b_2 - b_1} - \frac{c_2 b_1}{b_2 - b_1} R + \text{hata terimi}$$

$$q = \frac{a_1 - a_2}{b_2 - b_1} + \frac{c_1}{b_2 - b_1} - \frac{c_2}{b_2 - b_1} R + \text{hata terimi} \quad (3.8)$$

Eş. (3.8);

$$\begin{aligned} q &= \pi_1 + \pi_2 y + \pi_3 R + v_1 \\ p &= \pi_4 + \pi_5 y + \pi_6 R + v_2 \end{aligned} \quad (3.9)$$

şeklinde yazılmak istenirse v_1 ve v_2 hata terimleri ve

$$\pi_1 = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{b_2 - b_1}, \pi_2 = \frac{c_1 b_2}{b_2 - b_1} \quad (3.10)$$

π ler ise Eş. (3.10)'daki gibi gösterilir. Burada π 'ler indirgenmiş form parametresi olarak adlandırılır. Eş. (3.7)'deki modelin en küçük kareler yöntemi ile elde edilen tahminleri indirgenmiş form parametreleri için tutarlı sonuçlar vermektedir (Maddala, 1992).

3.3.5. Eşanlı denklem sistemlerinde tahmin yöntemleri

Ekonometrisiler eşanlı denklem sistemlerinde parametrelili tahmin etmek ve hipotezler test etmek amacıyla bir dizi alternatif yöntem geliştirmişlerdir (Rothenberg, 1990). Bunlar kısıtlı bilgi yöntemi ve tam bilgi yöntemi başlıkları altında toplanmıştır. Bu bölümde bu iki başlığa ayrı ayrı değinilecektir.

3.3.5.1. Kısıtlı bilgi yöntemi

Literatürde tek denklem yöntemi olarak da bilinen kısıtlı denklem yöntemi tek denkleme uygulanabilmektedir (Rothenberg, 1990). Böylece sistemdeki diğer denklemler minimum düzeyde belirtilir (Rothenberg, 1990). Kısıtlı bilgi denklem yöntemleri: dolaylı EKK, iki aşamalı EKK, iterasyonlu iki aşamalı EKK, araç değişken, iterasyonlu araç değişken, k-class, fix point ve sınırlı bilgi ile en çok benzerliktir (Şüküroğlu, 2018).

3.3.5.2. Tam bilgi yöntemi

Literatürde sistem yöntemleri olarak da bilinen tam bilgi yöntemi sistemde yer alan denklemleri bir bütün olarak ele alır ve belirtir (Rothenberg, 1990). Birbirine bağımlı denklem sistemlerinde bir denklemdeki değişkenler hakkındaki bilgiler, diğer denklemlerdeki katsayıların daha iyi tahmin edilmesini sağlayabilir (Rothenberg, 1990). Bu durum tam bilgi yöntemini kısıtlı bilgi yönteminden daha verimli yapmaktadır (Rothenberg, 1990). Ancak yöntemin bu avantajlarının yanında belirtme hatasına karşı hassaslık ve hesaplama zorluğu gibi dezavantajları da mevcuttur (Rothenberg, 1990). Tam bilgi yöntemleri: üç aşamalı EKK, İterasyonlu üç aşamalı EKK, iterasyonlu araç değişkeni, sistem k-class, indirgenmiş kalıp tahmini, en kısa mesafe, tam bilgi ile en çok benzerlik ve doğrusallaştırılmamış tam bilgi ile en çok benzerliktir (Şüküroğlu, 2018).

3.3.6. Eşanlı denklem modellerinde belirlenme sorunu

Eğer kurulan eşanlı denklem modelinin indirgenmiş form katsayıları tahmini yapılan katsayıları tahmin edebilecek ise bu model belirlenmiştir denir. Eğer bu durumun aksi söz konusu ise model belirlenmemiştir ve ya eksik belirlenmiştir. Eksik belirlenme durumu ise tahmini yapılmış katsayıların indirgenmiş denklem katsayılarından küçük olması durumudur. Bunun yanı sıra denklem belirlenmiş ise tam ve ya aşırı olmak üzere iki şekilde belirlenmiş olabilir. Yapısal katsayılar tek değer almış olması durumunda tam belirlenme bunun aksine çoklu değerler almışsa aşırı belirlenme denir (Gujarati ve Porter, 2018).

Yukarıdaki tanımlar için boy şartı olarak bilinen basit bir hesaplama bulunmaktadır. Bu kural aşağıda gösterilmiştir. g içsel değişkenleri, k (içsel ve dışsal) da bütün değişkenleri göstermek üzere;

* $k = g - 1$ durumunda tam belirlenmiştir.

* $k < g - 1$ durumunda eksik belirlenmiştir.

* $k > g - 1$ durumunda aşırı belirlenmiştir.

şeklinde tanımlanır ancak bu durum gerek şart iken yeter şart değildir (Maddala, 1992). Bu yüzden gerek ve yeter şart belirlenme sorununun tam çözümü için rank koşuluna bakılması gerekmektedir. Rank şartı için yapısal kalıp denklemlerinden hesaplanan yapısal parametreler (δ, λ) ve indirgenmiş kalıptan hesaplanan indirgenmiş form parametreleri (π) ile bir matris oluşturulur. Oluşturulan bu matriste eğer satır ve ya sütun rankı boy farkında tanımladığımız g içsel değişkeninin bir eksikliğine eşit ve ya fazla ise rank şartı sağlanır (Şüküroğlu, 2018).

3.4. Eşanlı Panel Veri Modelleri

İktisadi ilişkileri açıklamakta zamanı ya da birimi ifade eden tek boyut yetersiz kalmaktadır. Bu durumda en az 2 boyut içeren panel veriler kullanılmaktadır. Veri seti panel veri özelliği taşıdığından Eş. 3.4 – 3.5 ile verilen eşanlı denklem sistemi i (birim) ve t (zaman) indisleri kullanılarak eşanlı panel veri denklem sistemi adını alır ve

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{it} + \beta_2 Z_{it} + u_{it} \quad (3.11)$$

$$X_{it} = \lambda + \delta_1 L_{it} + \delta_2 Y_{it} + \delta_3 K_{it} + v_{it} \quad (3.12)$$

ile gösterilir.

Eşanlı panel veri modelleri tahmin yöntemleri izleyen bölümde verilmiştir.

3.4.1. İki aşamalı en küçük kareler tahmincisi

Bu bölümde panel verilerini kullanarak eşzamanlı denklemlerin tahminine odaklanılacaktır. Denklem modeli üzerinde çalışmak üzere $Z_t = [Y_t, X_t]$ olarak değişkenler ve $\delta'_1 = (\gamma'_1, \beta'_1)$ parametreler olmak üzere;

$$y_1 = Z_1 \delta_1 + u_1 \quad (3.13)$$

Şeklinde bir eşanlı denklem modeli yapısı düşünelim. Bu denklem sisteminde literatürde standart olarak karşılanan Y_1, g_1 adet sağ taraf içsel değişkenler kümesini, X_1 ise k_1 adet olmak üzere eklenen dışsal değişkenleri göstermektedir. Denklemde bulunan X 'i bütün dışsal değişkenler grubu olarak $X = [X_1, X_2]$ şeklinde gösterelim. Bu denklemin adetini k_2 olarak tanımlayalım ve birinci denklemden (X_2) dışında tutulan dışsal değişkenlerin sayısı g_1 den büyük veya ona eşit olarak.

Tek yönlü hata bileşenleri modelinden hareket ederek;

$$u_1 = Z_\mu \mu_1 + v_1 \quad (3.14)$$

şeklinde bir denklem elde edilir. Burada $Z_\mu = (I_N \otimes \iota_T)$ şeklinde iken $\mu'_1 = (\mu_{11}, \dots, \mu_{N1})$ ve $v'_1 = (v_{11}, \dots, v_{N1})$ da sıfır ortalamalı ve kovaryans matrisi Eş. (3.15)'deki gibi olan rassal vektörlerdir.

$$E \begin{pmatrix} \mu_1 \\ v_1 \end{pmatrix} (\mu'_1, v'_1) = \begin{bmatrix} \sigma_{\mu_{11}}^2 I_N & 0 \\ 0 & \sigma_{v_{11}}^2 I_{NT} \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

Eş. (3.15), $Q = I_{NT} - P$ ile $P = I_N \otimes \bar{J}_T$ olmak üzere matematiksel işlemlerle dönüştürüldüğünde,

$$Qy_1 = QZ_1\delta_1 + Qu_1 \quad (3.16)$$

denklemini elde edilir. Eş.(3.16) için $Qy_1 = \tilde{y}_1$ ve $QZ_1 = \tilde{Z}_1$ kullanılır. Eş. (3.16) üzerinden iki aşamalı en küçük kareler yöntemini göstermek için $QX = \tilde{X}$ değişken kümesi olarak kullanılarak grup içi en küçük kareler tahmincisi (ve ya sabit etkili en küçük kareler tahmin edicisi);

$$\tilde{\delta}_{1,W2SLS} = (\tilde{Z}_1' P_{\tilde{X}} \tilde{Z}_1)^{-1} \tilde{Z}_1' P_{\tilde{X}} \tilde{y}_1 \quad (3.17)$$

elde edilir. Eş. (3.15)'de Elde edilen tahmincinin varyansı $var(\tilde{\delta}_{1,W2SLS}) = \sigma_{v_{11}}^2 (\tilde{Z}_1' P_{\tilde{X}} \tilde{Z}_1)^{-1}$ şeklindedir. Ek olarak iki aşamalı en küçük kareler tahmincisi geliştirilmiş en küçük kareler yöntemi ile Eş.(3.16)'daki gibi de elde edilebilir.

$$\tilde{X}' = \tilde{X}' \tilde{Z}_1 \delta_1 + \tilde{X}' \tilde{u}_1 \quad (3.18)$$

Eş. (3.13)'in üzerinden $\bar{y}_1 = Py_1$, $\bar{Z}_1 = PX_1$ dönüşümlerini kullanarak P ve iki aşamalı en küçük kareler yöntemi ile işleme sokulduğunda δ_1 tahmin edicisi;

$$\hat{\delta}_{1,B2SLS} = (\bar{Z}_1' P_{\bar{X}} \bar{Z}_1)^{-1} \bar{Z}_1' P_{\bar{X}} \bar{y}_1 \quad (3.19)$$

Eş. (3.19)'deki gibi bulunur. Elde edilen tahmincinin varyansı $var(\hat{\delta}_{1,B2SLS}) = \sigma_{111}^2 (\bar{Z}_1' P_{\bar{X}} \bar{Z}_1)^{-1}$ şeklindedir. Gruplar arası iki aşamalı en küçük kareler tahmincisi geliştirilmiş en küçük kareler yöntemi ile Eş. (3.19) deki gibi elde edilebilir:

$$\bar{X}' \bar{y}_1 = \bar{X}' \bar{Z}_1 \delta_1 + \bar{X}' \bar{u}_1 \quad (3.20)$$

Eş. (3.18) ve (3.20) ile birlikte δ_1 ortak olmak üzere matematiksel işlemler sonucunda:

$$\begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{y}_1 \\ \bar{X}'\bar{y}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{z}_1 \\ \bar{X}'\bar{z}_1 \end{pmatrix} \delta_1 + \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{u}_1 \\ \bar{X}'\bar{u}_1 \end{pmatrix} \quad (3.21)$$

Eş.(3.21)'deki gibi bir eşitlik elde edilir. Eş. (3.21) kullanılarak:

$$E \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{y}_1 \\ \bar{X}'\bar{y}_1 \end{pmatrix} = 0 \quad ve \quad Var \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{u}_1 \\ \bar{X}'\bar{u}_1 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{v_{11}}^2 \tilde{X}'\tilde{X} & 0 \\ 0 & \sigma_{1_{11}}^2 \bar{X}'\bar{X} \end{bmatrix} \quad (3.22)$$

Eş. (3.22) elde edilir. Eş. (3.21)'a genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi uygulanırsa hata bileşenleri iki aşamalı en küçük kareler tahmincisi olan (EC2SLS) δ_1 elde edilecektir.

$$\hat{\delta}_{1,EC2SLS} = \left[\frac{\tilde{z}_1' P_{\tilde{X}} \tilde{z}_1}{\sigma_{v_{11}}^2} + \frac{\bar{z}_1' P_{\bar{X}} \bar{z}_1}{\sigma_{1_{11}}^2} \right]^{-1} \left[\frac{\tilde{z}_1' P_{\tilde{X}} \tilde{y}_1}{\sigma_{v_{11}}^2} + \frac{\bar{z}_1' P_{\bar{X}} \bar{y}_1}{\sigma_{1_{11}}^2} \right] \quad (3.23)$$

Elde edilen Eş.(3.23), denklemin ilk kademesi $var(\hat{\delta}_{1,EC2SLS})$ 'i vermektedir. $\hat{\delta}_{1,EC2SLS}$ tahmincisi $\hat{\delta}_{1,W2SLS}$ ve $\hat{\delta}_{1,B2SLS}$ 'nin ağırlık ortalaması olarak da yazılabilir. Ancak ağırlıklar ilgili varyans- kovaryans matrislerine bağlı ağırlık olarak yazılır:

$$\hat{\delta}_{1,EC2SLS} = W_1 \hat{\delta}_{1,W2SLS} + W_2 \hat{\delta}_{1,B2SLS} \quad (3.24)$$

ile

$$W_1 = \left[\frac{\tilde{z}_1' P_{\tilde{X}} \tilde{z}_1}{\sigma_{v_{11}}^2} + \frac{\bar{z}_1' P_{\bar{X}} \bar{z}_1}{\sigma_{1_{11}}^2} \right]^{-1} \left[\frac{\tilde{z}_1' P_{\tilde{X}} \tilde{y}_1}{\sigma_{v_{11}}^2} \right] \quad (3.25)$$

ve

$$W_2 = \left[\frac{\bar{Z}_1' P_{\bar{X}} \bar{Z}_1}{\sigma_{v_{11}}^2} + \frac{\bar{Z}_1' P_{\bar{X}} \bar{Z}_1}{\sigma_{1_{11}}^2} \right]^{-1} \left[\frac{\bar{Z}_1' P_{\bar{X}} \bar{y}_1}{\sigma_{1_{11}}^2} \right] \quad (3.26)$$

Burada tutarlı $\sigma_{v_{11}}^2$ ve $\sigma_{1_{11}}^2$ 'nin tutarlı tahminleri sırasıyla W2SLS ve B2SLS nin artıklarından elde edilebilir. Aslında

$$\hat{\sigma}_{v_{11}}^2 = \frac{(y_1 - Z_1 \hat{\delta}_{1,W2SLS})' Q (y_1 - Z_1 \hat{\delta}_{1,W2SLS})}{N(T-1)} \quad (3.27)$$

$$\hat{\sigma}_{1_{11}}^2 = \frac{(y_1 - Z_1 \hat{\delta}_{1,B2SLS})' P (y_1 - Z_1 \hat{\delta}_{1,B2SLS})}{N} \quad (3.28)$$

şeklinde gösterilen Eş. (3.27) ve (3.28), Eş. (3.23)'deki bu varyans bileşenleri tahminlerinin yerine uygun bir hata bileşenleri iki aşamalı en küçük kareler (EC2SLS) tahmini elde eder. Ancak iki aşamalı en küçük kareler prosedürünün aksine, hata bileşenleri iki aşamalı en küçük kareler yöntemi varyans bileşenlerine ilişkin tahminler gerektirdiği unutulmamalıdır. Bunun yanı sıra küçük örneklerde Eş. (3.27) ve (3.28) için serbestlik dereceleri düzeltilebilir ancak panelin örnekleminin N olduğu varsayılır. Ayrıca $\hat{\sigma}_{\mu_{11}}^2 = (\hat{\sigma}_{1_{11}}^2 - \hat{\sigma}_{v_{11}}^2)/T$ değerinin de pozitif olması gerekmektedir.

Buna alternatif olarak Eş. (3.13)'i

$$\Omega_{11} = E(v_1, v_1') = \sigma_{v_{11}}^2 I_{NT} + \sigma_{\mu_{11}}^2 (I_N \otimes J_T) \quad (3.29)$$

olmak üzere $\Omega_{11}^{-1/2}$ ile işleme sokarsak

$$y_1^* = Z_1^* \delta_1 + u_1^* \quad (3.30)$$

elde edilir. Burada $y_1^* = \Omega_{11}^{-1/2} y_1$, $Z_1^* = \Omega_{11}^{-1/2} Z_1$ ve $u_1^* = \Omega_{11}^{-1/2} u_1$ şeklindedir. Bu denklemde $\Omega_{11}^{-1/2}$ varyans-kovaryans matrisi olan;

$$\Omega^r = (\sigma_1^2)^r P + (\sigma_v^2)^r Q \quad (3.31)$$

denkleminde gelir. Burada r, bir skalerdir. Ancak Eş. (3.31)'dan farklı olarak alt indisi (1,1)'dir. Başka bir ifade ile;

$$\Omega_{11}^{-1/2} = \left(\frac{P}{\sigma_{111}} \right) + \left(\frac{Q}{\sigma_{v11}} \right) \quad (3.32)$$

şeklinde ifade edilir. Burada y_1^* unsuru $\theta_1 = 1 - \left(\frac{\sigma_{v11}}{\sigma_{111}} \right)$ ve $\bar{y}_{1i} = \sum_{t=1}^T \frac{y_{1it}}{T}$ olmak üzere

$$y_{1it}^* = \frac{(y_{1it} - \theta_1 \bar{y}_{1i})}{\sigma_{v11}} \text{ şeklindeki gibidir.}$$

Araç değişken kümesi olmak üzere Eş. (3.30) üzerinden iki aşamalı genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemini verilen A üzerinden kullanılırsa;

$$\hat{\delta}_{1,2SLS} = (Z_1^{*'} P_A Z_1^*)^{-1} Z_1^{*'} P_A y_1^* \quad (3.33)$$

tahmincisi elde edilir. Eş. (3.31) için $P_A = A(A'A)^{-1} A'$ eşitliği göz önünde bulundurulmalıdır (Baltagi, 2005).

3.4.2. Üç aşamalı en küçük kareler tahmincisi

Genel olarak bakıldığında, iki aşamalı en küçük kareler yönteminin ilk aşamasında indirgenmiş kalıp bozuklukları moment matrisi tahmin edilirken ikinci aşamasında tek bir

yapısal denklemin katsayıları tahmin edildikten sonra ortak bağımlı değişkenler biraz önce bahsedilen momentler matrisi tarafından “Arındırılır”. Üç aşamalı en küçük kareler yöntemi ise bütün sistemindeki tüm katsayıları tahmin etmek için yapısal bozuklukların iki aşamalı en küçük kareler tahmini moment matrisini kullanır (Zellner ve Theil, 1962).

M tane tanımlanmış eşitlik sistemi düşünelim

$$y = Z\delta + u \quad (3.34)$$

Burada $y' = (y'_1, \dots, y'_M)$, $Z = \text{diag}[Z_j]$, $\delta' = (\delta'_1, \dots, \delta'_M)$ ve $u' = (u'_1, \dots, u'_M)$, $J = 1, \dots, M$ şeklindedir. X i dışsal değişkenler matrisi olarak düşünelim. Model (3.31)' i $\Omega_{11}^{-1/2}$ ile işleme sokulduğumuzda $B = [I_M \otimes \tilde{X}, I_M \otimes \bar{X}]$, $\tilde{X} = QX$, $\bar{X} = PX$, $y^* = \Omega^{-1/2}y$, $Z^* = \Omega^{-1/2}Z$ bileşenleri ile hata bileşenleri üç aşamalı en küçük kareler tahmin edicisi olan $\hat{\delta}_{EC3SLS} = (Z^{*'}P_B Z^*)^{-1}Z^{*'}P_B y^*$ yi vermekle beraber alternatif yöntem de gösterilecektir. $\Sigma_1 = T\Sigma_u + \Sigma_v$ olmak üzere

$$\Omega^{-1/2} = \Sigma_1^{-1/2} \otimes P + \Sigma_v^{-1/2} \otimes Q \quad (3.35)$$

$\Omega^{-1/2}$ elde edilebilir (Baltagi ve Liu, 2009). Alternatif yönteme geçecek olursak Model (3.34)'ü $(I_M \otimes Q)$ ile işleme sokulduğunda grup içi üç aşamalı en küçük kareler yöntemi tahmincisi elde edilir ($\tilde{\delta}_{W3SLS}$) burada $\tilde{X} = QX$ olacak şekilde $(I_M \otimes \tilde{X})$ alınarak,

$$\tilde{\delta}_{W3SLS} = [\tilde{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\tilde{X}})\tilde{Z}]^{-1}[\tilde{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\tilde{X}})\tilde{y}] \quad (3.36)$$

şeklinde ifade edilir (Şüküroğlu, 2018). Eş. (3.34)' $(I_M \otimes P)$ ile işleme tabi tutularak gruplar arası dönüşüm yapılmaktadır

$$\bar{y} = \bar{Z}\delta + u \quad (3.37)$$

Burada $\bar{y} = (I_M \otimes P)y$, $\bar{Z} = (I_M \otimes P)Z$ ve $\bar{u} = (I_M \otimes P)u$ 'dir olmak koşuluyla model (3.37)' üç aşamalı en küçük kareler uygulandığında gruplar arası üç aşamalı en küçük kareler tahmin edicisine ulaşılmaktadır ($\hat{\delta}_{B3SLS}$).

$$\hat{\delta}_{B3SLS} = [\bar{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\bar{X}})\bar{Z}]^{-1}[\bar{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\bar{X}})\bar{y}] \quad (3.38)$$

Eş. (3.36)'de yer alan eşitlikte $\bar{X} = PX$ 'dir. Üç aşamalı en küçük kareler yönteminde hata bileşenleri tahmincisi elde etmek için $\bar{y} = \bar{Z}\delta + u$ denklemi $(I_M \otimes \bar{X}')$ ile $\tilde{y} = \tilde{Z}\delta + \tilde{u}$ denklemi ise $(I_M \otimes \tilde{X}')$ ile işleme sokmak gerekmektedir. Bu işlem neticesinde hata bileşenleri üç aşamalı en küçük kareler tahmincisi:

$$\begin{aligned} \hat{\delta}_{EC3SLS} &= [\tilde{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\tilde{X}})\tilde{Z} + \bar{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\bar{X}})\bar{Z}]^{-1} \\ &\times [\tilde{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\tilde{X}})\tilde{y} + \bar{Z}'(\Sigma_u^{-1} \otimes P_{\bar{X}})\bar{y}] \end{aligned} \quad (3.39)$$

ile ifade edilmektedir. Eş. (3.37)'nin varyansı ise,

$$var(\hat{\delta}_{EC3SLS}) = \left[\frac{\tilde{Z}_1'P_{\tilde{X}}\tilde{Z}_1}{\sigma_{u_{11}}} + \frac{\bar{Z}_1'P_{\bar{X}}\bar{Z}_1}{\sigma_{111}} \right]^{-1} \quad (3.40)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Tatoğlu, 2018).

3.4.3 Hausman – Taylor ve Amemiya- Macurdy modeli

Zaman serileri ile yatay kesit verileri kombine etmedeki amaçlardan biri diğer açıklayıcı değişkenlerle ilişkilendirilebilecek gözlemlenmeyen birim etkileri kontrol

etmektedir. Çünkü yatay kesit veriler tek başına ne belirleyebilir ne de kontrol edebilir. Hausman-Taylor yöntemi de bu amaçla kullanılmaktadır. Gösterim için;

$$Y_{it} = X_{it}\beta + Z_{it}\gamma + \alpha_i + \eta_{it} \quad (i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T) \quad (3.41)$$

şeklinde bir model düşünüldüğünde, burada β ve γ sırasıyla zamana bağlı değişen ve değişmeyen gözlemlenebilir değişkenler olan k ve g ilişkili vektörleridir. Burada artıklar olan η_{it} lerin (X, Z, α) sütunları ile korelasyonsuz X_{it} ile Z_i ye bağlı sıfır ortalama ve sabit σ_α^2 varyanslı olması beklenir. Ancak birim etkiler olan α_i ile X ve Z korelasyonludur. Bu durumu Eş. (3.38) üzerinden dönüşüm yapılarak oluşturulan;

$$\begin{aligned} Y_{it} &= X_{it}\beta + Z_i\gamma + \alpha_i + \epsilon_{it} \\ \epsilon_{it} &= \alpha_i + \eta_{it} \end{aligned} \quad (3.42)$$

Eş. (3.39)'un üzerinden gösterilecek olunursa; eğer varsayım sağlanmazsa $E(\epsilon_{it} | X_{it}, Z_i) = E(\alpha_i | X_{it}, Z_i) \neq 0$ modelden elde edilen tahminler yanlış ve tutarsız olacaktır. Burada sırasıyla zaman değişeni X_{it} ve Z_i 'nin matrisleri $TN \times k$ ve $TN \times g$ birim indisi ($i = 1, \dots, N$) ve zaman indisi ($t = 1, \dots, T$) şeklindedir. Gözlemler önce birey tarafından sonra da zaman tarafından sıralanır, böylece α_i ve Z sütunu; her ($i = 1, \dots, N$) içinde T özdeş giriş bloklarına sahip TN vektörleri olur. Son bölümde tahmin edicileri göstermek için α_i ile asimptotik olarak ilişkisiz olan X ve Z sütunlarını ilişkili olamayanlardan ayıracağız. Sabit T için,

$$\begin{aligned} \text{plim}_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{N} X'_{1it} \alpha_i &= 0, & \text{plim}_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{N} Z'_{1i} \alpha_i &= 0 \\ \text{plim}_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{N} X'_{2it} \alpha_i &= h_x, & \text{plim}_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{N} Z'_{2i} \alpha_i &= h_z \end{aligned} \quad (3.43)$$

iken $X_{it} = [X_{1it} : X_{2it}]$ ve $[TN \times k_1 : TN \times k_2]$ boyutlu, $Z_i = [Z_{1i} : Z_{2i}]$ ve $[TN \times g_1 : TN \times g_2]$ boyutludur. Burada k_2, g_2 vektör h_x, h_z nin de sifıra eşit olması beklenmektedir (Hausman ve Taylor, 1981).

Eş. (3.40), Çizelge 3.3'te özetlenmiştir (Erdem, 2019)..

Çizelge 3.3. Zamana Bağlı İçsellik ve Dışsallık

	Dışsal (α_i ile ilişkisiz)	İçsel (α_i ile ilişkili)
Zaman Değişken	X_{1it}	X_{2it}
Zaman Sabit	Z_{1i}	Z_{2i}

Eş. (3.38) i bütün NT gözlemleri ile kombine edildiğinde

$$y = X\beta + Z\gamma + V\alpha + \eta \quad (3.44)$$

y ve η $NT \times 1$, X değişkeni $NT \times K$, Z değişkeni $NT \times G$ ve son olarak V ise $NT \times N$ şeklinde özel birim gölge değişkenler matrisi olurlar. Hausman- Taylor modelinde oluşu gibi T uzunluğunda N gruplarındaki gözlemlerdir. Modelin grup içi tahmin edicisini göstermek için $P_A = A(A'A)^{-1}A'$ eşitliği yardımıyla. $Q_A = I - P_A$ İşlemi yapılır burada A araç değişkenleri matrisidir. Model (4.44) dan yola çıkarak V değişkenine en küçük kareler yöntemi uygularsak. $Q_V Z = 0$ olduğunda β tahmini için grup içi tahminci,

$$\hat{\beta}_W = (X'Q_V Z)^{-1}X'Q_V y \quad (3.45)$$

şeklindedir. Bunun yanı sıra grup içi tahmincisi açıklayıcı değişkenlerle ilişkili olup olmada tutarlıdır (N ve ya $T \rightarrow \infty$ olarak).

Hausman- Taylor ve Amemiya- MaCurdy ‘nin etkili tahmin edicileri benzer şekilde hesaplamaktadırlar. İlk olarak Eş. (3.40) üzerinden hata teriminin $\Omega \equiv (V\alpha + \eta)$ şeklinde kovaryans matrisine sahip olduğunu düşündüğümüzde dönüştürülen model

$$\Omega^{-1/2}y = \Omega^{-1/2}X\beta + \Omega^{-1/2}Z\gamma + \Omega^{-1/2}(V\alpha + \eta) \quad (3.46)$$

şeklinde verilir. Burada $\Omega^{-1/2} = Q_V + \theta P_V$ ve $\theta^2 = \sigma_\eta^2(\sigma_\eta^2 + T\sigma_\alpha^2)^{-1}$ eşitlikleri vardır. Bu formdan yola çıkarak

$$\begin{pmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{pmatrix} = [(X, Z)' \Omega^{-1/2} P_A \Omega^{-1/2} (X, Y)]^{-1} (X, Z)' \Omega^{-1/2} P_A \Omega^{-1/2} y \quad (3.47)$$

şeklinde tahmincilerle ulaşılır. Hausman- Taylor tahmincisinin araç değişkenler kümesi

$$A_1 = (Q_V X_1, Q_V X_1, X_1^*, Z_1) \quad (3.48)$$

şeklinde ifade edilir. Burada ortalama ($P_V X_1$) ve sapma form ortalaması ($Q_V X_1$) araçları ayrı olarak kullanıldığından, X_1 deki her değişken iki araç değişkeni sağlamaktadır. Hausman-Taylor tahmincisinin boy şartını sağlaması için $K + k_1 + g_1 \geq K + G$ veya $k_1 \geq g_2$ şeklinde olması gerekmektedir.

Amemiya- MaCurdy için araç değişkeni kümesi belirleyelim. Bunun için öncelikle $X_1^* NT \times TK$ boyutlu bir matris olduğunu ve sütun değerleri tekil zaman periyotlu X_{1it} ‘yi içerdiğini varsayalım. Örnek olarak X_1^* ‘in tth sütunu $X_1^* = (X_{11t}, \dots, X_{11t}, \dots, X_{1Nt}, \dots, X_{1Nt})$ şeklindedir. Bu koşullar altında araç değişkenleri kümesi de

$$A_2 = (Q_V X_1, Q_V X_2, X_1^*, Z_1) \quad (3.49)$$

şeklinde ifade edilir. Hausman- Taylor yönteminin aksine burada Amemiya MaCurdy modeli her bir değeri ($T \rightarrow 1$) araç olarak kullanır($Q_V X_1$ ve X_1^*). Boy şartı da $Tk_1 \geq g_2$ eşitsizliğinde sağlanır. Eğer Hausman- Taylor yöntemine Amemiya- MaCurdy araç değişkenleri koyup işlem yaparsak benzer şekilde tahmincilere ulaşılacaktır (Cornwell ve Rupert, 1988).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Veriler

Bu çalışmada Balkanlarda bulunan Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkelerinin verileri kullanılmıştır. OECD ülkeleri nin amaçları uluslararası standartlar oluşturmak, sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlar için çözümler üretmektir. Ülkeler çalışmaya bu bağlamda seçilmiştir.

Çalışmada kullanılan ülkeler olan Türkiye, Slovenya, Slovakya, Macaristan ve Yunanistan'ın 2000 ile 2019 yılları arasındaki; Kişi Başına Atık Üretimi (ton), Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi (ton), Ülkelerin Kişi Başı Temel Fiyatlarla Brüt Katma Değeri (GVApc) (dolar), Birincil Sektör (Tarım) (GVA içindeki yüzdesi), İkincil Sektör (Endüstri) (GVA içindeki yüzdesi), Üçüncül Sektör (Hizmetler) (GVA içindeki yüzdesi), Nüfus Sıklığı, 65 Yaş Üstü Bireylerin Yüzdesi, 15-64 Yaş Arası Bireylerin Yüzdesi, , Kişi Başına Atık Üretimi_1 gecikme (Lag1), Kişi Başına Atık Üretimi_2 gecikme (Lag2), Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi_1 gecikme (Lag1), Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi_2 gecikme (Lag2), Ülkelerin Kişi Başı Temel Fiyatlarla Brüt Katma Değerin karesi (GVApc)², Kişi Başına Atık Üretimi (Karesi), Üçüncül Sektör (Karesi) değişkenleri kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan değişkenlerin tanımlamaları aşağıda verilmiştir:

Ülkelerin ekonomik durumlarını belirtmek için kullanılan Kişi Başı Temel Fiyatlarla Brüt Katma Değer (GVApc), bir ülkede bir yıl içerisinde üretilen mal ve hizmetlerin miktarından o üretimle doğrudan ilişki olan girdi ve hammadde maliyetlerinin çıkartılmasıyla oluşan maddi değerdir. Bu değer içerisnde tarım, sanayi ve hizmetler sektörlerindeki katma değer toplamı bulunmaktadır. Bu değişkenler Birincil Sektör (Tarım), İkincil Sektör (Endüstri), Üçüncül Sektör (Hizmetler) olarak adlandırılarak modele eklenmiştir. Burada GVApc değişkenine ait veriler World Data Bank (WDB) web sitesinden alınmıştır. Birincil Sektör (Tarım), İkincil Sektör (Endüstri), Üçüncül Sektör (Hizmetler) değişkenleri ise OECD'nin web sitesinden elde edilmiştir.

Çevresel faktörleri ölçmek için Kişi Başına Atık Üretimi ve Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi değişkenleri kullanılmıştır. Kişi başı üretimi Türkiye için TÜİK den temin edilmişken diğer ülkelerin verileri EUROSTAT'ın veri bankasından elde edilmiştir. Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi değişkeni Türkiye için TÜİK den elde edilmişken diğer ülkeler için PORDATA nın veri bankasından temin edilmiştir.

Ülkelerin demografik özellikleri modelde önemli yer tutmaktadır. Söz konusu demografik özellikleri ölçmek için Nüfus Sıklığı, 65 Yaş Üstü Bireylerin Oranı, 15-64 Yaş Arası Bireylerin Oranı değişkenleri kullanılmıştır. Demografik özellikler için kullanılan değişkenlere ait veriler World Bank web sitesinden alınmıştır.

Çalışmada kullanılan modeller için GVAPc Ortalama Kıyaslaması ve 2008 ve Sonrası için 1, öncesi için 0 olmak üzere 2 adet kukla değişken belirlenmiş. GVAPc Ortalama kıyaslaması değişkeni için tüm ülkelerin GVAPc değerlerinin ortalaması alınmış olup elde edilen değer ülkelerin yıllık bazdaki GVAPc değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ortalama karşılaştırmasında eğer elde edilen ortalama ülkenin o yılki GVAPc değerinden düşükse 1 değilse 0 olarak kodlanmıştır. 2008 ve sonrası için 1, öncesi için 0 değişkeni 2008 yılında Avrupa'da hissedilen krizi de göz ardı etmemek için modele eklenmiştir.

Modellerde yer alan tüm içsel ve dışsal değişkenlerin gösterimi Çizelge 4.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 4. 1. Değişkenlerin Gösterimi

İçsel Değişkenler	Dışsal Değişkenler
Kişi Başına Atık Üretimi ($MWGpc_{it}$) (ton)	Birincil Sektör(Tarım) ($GVA1r_{it}$) (GVA içindeki yüzdesi)
Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi ($RECpc_{it}$) (ton)	İkincil Sektör(Endüstri) ($GVA2r_{it}$) (GVA içindeki yüzdesi)
	Üçüncül Sektör (Hizmetler) ($GVA3r_{it}$) (GVA içindeki yüzdesi)
	Nüfus yoğunluğu ($PopDen_{it}$)
	65 Yaş üstü bireylerin yüzdesi ($Pop > 65_{it}$)
	15-64 Yaş arası bireylerin yüzdesi ($Pop15 - 64_{it}$)
	Ülkelerin Kişi Başı Temel Fiyatlarla Brüt Katma Değeri ($GVAPc_{it}$)(dolar)

Çizelge 4.1. Değişkenlerin Gösterimi (devam)

İçsel Değişkenler	Dışsal Değişkenler
	GVApç Ortalama Kıyaslaması ($Ddev_{it}$)
	2008 ve Sonrası için 1 öncesi için 0 ($Dcrisis_{it}$)
	Kişi Başına Atık Üretimi Birinci Gecikme ($MWGpc_{it-1}$)
	Kişi Başına Atık Üretimi İkinci Gecikme ($MWGpc_{it-2}$)
	Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi Birinci Gecikme ($RECpc_{it-1}$)
	Kişi Başına Geri Dönüşüm Seviyesi İkinci Gecikme ($RECpc_{it-2}$)
	Kişi Başına Atık Üretimi' nin karesi ($MWGpc_{it}^2$)
	GVApç' nin karesi ($GVApç_{it}^2$)
	Üçüncül Sektör'ün Karesi (Hizmetler) ($GVA3r_{it}^2$)

4.2. Bulgular

Çalışmada seçilen ülkelerin analizi için eşanlı panel veri analizindeki tam bilgi yöntemlerinden 3 aşamalı En Küçük Kareler (EKK) yöntemi sınırlı bilgi yöntemine nazaran daha düşük varyans tahmini sağladığı için seçilmiştir. Ayrıca Onishi H. (1988) aşırı belirlenme durumunda 3 aşamalı EKK yöntemi sık kullanılan 2 aşamalı EKK yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Literatürde kuznets eğrisi hipotezi genel olarak çevre kirliliğini temsilen CO₂ ve SO₂ gibi gazların seviyesinin ölçümü değişken olarak seçilmektedir. Ancak bu çalışmada çevre kirliliği; kişi başına atık üretimi ve kişi başına geri dönüşüm seviyesi içsel değişkenler olarak seçilerek uygun modellerin kurulmasıyla incelenmiştir.

İlk bölümde eşanlı panel veri modelinde yer alan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon matrisleri incelenmiştir. Seçilen içsel ve dışsal değişkenler ile eşanlı denklem sistemlerinin analizine geçilmeden önce kurulan denklem sisteminin boy ve rank şartının incelenmesi gerekmektedir. Daha sonrasında 3 aşamalı EKK yöntemi uygulanacaktır. Son aşamada ise modelin Kuznets Eğrisi sonuçları gösterilecektir.

Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 4.2 de tanımlanmıştır. Buradan içsel değişkenlere bakılacak olursa kişi başına belediyesel atık üretimi seçili ülkeler için ortalama 8658.3 ve standart sapma 11517,1 ton iken kişi başı geri dönüşüm seviyesi için ortalama 15,4 ve standart sapma 14,7 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	Gözlemler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
$MWGpc_{it}$	100	8658.37	11517.133	744	35017
$RECpc_{it}$	100	15.487	14.724	.28	59.2
$GVA1r_{it}$	100	4.495	2.554	1.732	11.534
$GVA2r_{it}$	100	23.08	5.174	12.16	30.99
$GVA3r_{it}$	100	66.287	5.96	58.89	80.25
$PopDen_{it}$	100	100.601	10.982	82.17	113.936
$Pop > 65_{it}$	100	14.52	4.415	6.092	21.941
$Pop15 - 64_{it}$	100	67.894	2.342	63.305	72.224
$GVApc_{it}$	100	13062.888	4402.002	5432.252	20899.418
$Ddev_{it}$	100	.53	.502	0	1
$Dcrisis_{it}$	100	.6	.492	0	1

Değişkenlerin birbirleri ile olan ilişki durumları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Buna göre içsel değişkenler olan kişi başına belediyesel atık üretimi ile kişi başı geri dönüşüm seviyesi değişkenleri arasında negatif yönlü bir ilişki mevcuttur.

Çizelge 4.3. Korelasyon Matrisi

	$MWGpc_{it}$	$RECpc_{it}$	$GVA1r_{it}$	$GVA2r_{it}$	$GVA3r_{it}$	$PopDen_{it}$	$Pop > 65_{it}$	$Pop15 - 64_{it}$	$GVApc_{it}$	$Ddev_{it}$	$Dcrisis_{it}$
$MWGpc_{it}$	1										
$RECpc_{it}$	-0.533***	1									
$GVA1r_{it}$	0.892***	-0.528***	1								
$GVA2r_{it}$	-0.142	0.118	-0.231*	1							
$GVA3r_{it}$	-0.340***	0.223*	-0.248*	-0.836***	1						
$PopDen_{it}$	-0.326***	0.141	-0.455***	0.786***	-0.560***	1					
$Pop > 65_{it}$	-0.773***	0.673***	-0.646***	-0.317**	0.724***	-0.0846	1				
$Pop15 - 64_{it}$	-0.571***	-0.0428	-0.643***	0.562***	-0.340***	0.698***	0.0164	1			
$GVApc_{it}$	-0.572***	0.594***	-0.610***	-0.381***	0.602***	-0.281**	0.737***	0.0693	1		
$Ddev_{it}$	-0.540***	0.493***	-0.530***	-0.335***	0.532***	-0.297**	0.639***	0.0868	0.888***	1	
$Dcrisis_{it}$	0.0122	0.457***	-0.167	-0.127	0.222*	0.115	0.238*	-0.146	0.229*	0.213*	1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

4.2.1. Boy şartı

Aşağıda boy şartı için Eş. (4.1) ve (4.2) de 2 yapısal denklemlili 2 içsel 9 dışsal değişken içeren panel eşanlı denklem sistemi yer almaktadır.

$$MWGpc_{it} = \alpha + \beta_1 MWGpc_{it-1} + \beta_2 MWGpc_{it-2} + \beta_3 GVAp_{it} + \beta_4 GVAp_{it}^2 + \beta_5 RECpc_{it} + \beta_6 GVA1r_{it} + \beta_7 Pop > 65_{it} + \beta_8 PopDen_{it} + \beta_9 Ddev_{it} + \beta_{10} Dcrisis_{it} + u_{it} \quad (4.1)$$

$$RECpc_{it} = \lambda + \delta_1 RECpc_{it-1} + \delta_2 RECpc_{it-2} + \delta_3 MWGpc_{it} + \delta_4 MWGpc_{it}^2 + \delta_5 GVAp_{it} + \delta_6 GVA1r_{it} + \delta_7 Pop > 65_{it} + \delta_8 PopDen_{it} + \delta_9 Ddev_{it} + \delta_{10} Dcrisis_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

Eş. (4.3)'te yer alan 1. denklem için boy şartı aşağıdaki gibidir:

Eş. (4.3)'te $MWGpc_{it-1}$ ve $MWGpc_{it-2}$ olmak üzere 2 dışsal değişken yer almamaktadır. Bu duruma göre $k_1=2$ olacaktır. Denklemden yer alan içsel değişken ise sadece $RECpc_{it}$ olduğu için $g_1=1$ olacaktır. Bu durumda $k_1 > g_1$ olduğundan denklem boy şartına göre belirlenmiştir denilebilir.

$$MWGpc_{it} = \alpha + \beta_1 RECpc_{it} + \beta_2 GVAp_{it} + \beta_3 GVA1r_{it} + \beta_4 PopDen_{it} + \beta_5 Pop > 65_{it} + \beta_6 Ddev_{it} + \beta_7 Dcrisis_{it} + \beta_8 MWGpc_{it-1} + \beta_9 MWGpc_{it-2} + \beta_{10} GVAp_{it}^2 + u_{it} \quad (4.3)$$

Eş. (4.4)'te yer alan 2. denklem için boy şartı:

Eş.(4.4)'te $RECpc_{it-1}$ ve $RECpc_{it-2}$ olmak üzere 3 dışsal yer almamaktadır. Bu duruma göre $k_1=2$ olacaktır. Denklemden yer alan içsel değişkenler ise $MWGpc_{it}$ olduğu için $g_1=1$ olacaktır. Bu durumda $k_1>g_1$ olacağından denklem boy şartına göre belirlenmiştir denilebilir.

$$RECpc_{it} = \lambda + \delta_1 MWGpc_{it} + \delta_2 GVAp_{it} + \delta_3 GVA1r_{it} + \delta_4 PopDen_{it} + \delta_5 Pop_{65_{it}} + \delta_6 Ddev_{it} + \delta_7 Dcrisis_{it} + \delta_8 RECpc_{it-1} + \delta_9 RECpc_{it-2} + \delta_{10} MWGcp_{it}^2 + \varepsilon_{it} \quad (4.4)$$

4.2.2. Rank şartı

Aşağıda yer alan 1. ve 2. Denklemin rank koşulu uygunluğunun incelemesi için çizelge 4.4 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.4. Rank Matrisi

MWGpc	RECpc	1	GVAp	GVA1r	PopDen	Pop65	Ddev	Dcrisis	MWGpc _{it-1}	MWGpc _{it-2}	RECpc _{it-1}	RECpc _{it-2}	GVAp _{it}	MWGcp _{it} ²
1	$-\beta_1$	α	$-\beta_2$	$-\beta_3$	$-\beta_4$	$-\beta_5$	$-\beta_6$	$-\beta_7$	$-\beta_8$	$-\beta_9$	0	0	$-\beta_{10}$	0
$-\delta_1$	1	λ	$-\delta_2$	$-\delta_3$	$-\delta_4$	$-\delta_5$	$-\delta_6$	$-\delta_7$	0	0	$-\delta_8$	$-\delta_9$	0	$-\delta_{10}$

Çizelge 4.4 e göre sıfır değerlerinin olduğu sütundaki katsayılarla göre 1. Denklem için rank şartının inceleneceği matris olan A_1 matrisi Eş. (4.5)'te gösterilmiştir.

$$A_1 = [-\delta_8 \quad -\delta_9] \quad (4.5)$$

A_1 matrisi için $rank(A_1) = 1$ 'dir. Sistemdeki içsel değişken sayısı olduğu için $g-1$ den $rank(A_1) \geq 2 - 1$ eşitliği sağlanır. Bu sonuca dayanarak 1. Denklem rank koşulunu sağlamıştır denilir.

2. Denklem için rank şartının inceleneceği matris olan A_2 matrisi Eş. (4.5)'te gösterilmiştir.

$$A_2 = [-\beta_8 \quad -\beta_9] \quad (4.5)$$

A_2 matrisi için $rank(A_2) = 1$ 'dir. Sistemdeki içsel değişken sayısı olduğu için $g-1$ den $rank(A_2) \geq 2 - 1$ eşitliği sağlanır. Bu sonuca dayanarak 2. Denklem rank koşulunu sağlamıştır denilir.

4.2.3. Eşanlı panel veri analizi sonuçları

Görünürde ilişkisiz üç aşamalı EKK yöntemi uygulanarak elde edilmiş sonuçlar Çizelge 4.5 ve 4.6'da derlenmiştir. Oluşturulan çizelgelerde 6 model kullanılmıştır. Üretim yapılarını göstermek amacıyla 3 farklı model tahmin edilmiştir. Bu modelde tahmin edilen her denklemde sektörler toplamı yaklaşık ($GVA1r_{it}$, $GVA2r_{it}$, $GVA3r_{it}$) 100 olacak şekilde ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bunun amacı kısmi marjinal etkileri engellemektir. Aynı yöntem iki yaş grubu olan $Pop > 65_{it}$ ve $Pop15 - 64_{it}$ değişkenleri içinde uygulanmıştır. Korelasyonu önlemek için bağımlı değişkenler olan; atık üretimi ($MWGpc_{it}$) ve geri dönüşüm seviyesi ($RECpc_{it}$) değişkenlerinin 2 dönem gecikmeleri de modele eklenmiştir.

Çizelge 4.5'de yer alan çıktı sonuçlarına bakıldığında tahmin edilen 6 model istatistiksel olarak anlamlıdır ve belirlilik katsayıları da tüm modeller için %95'in üzerinde çıkmıştır.

Tahmin edilen modellerdeki değişkenler incelenecek olursa kişi başına düşen belediyesel atık üretimi değişkeni Model 1,2 ve 6 için istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkili bulunmuştur. Belediyesel atık üretiminin karesi değişkeni sadece Model 2 için anlamlı ve pozitif etkili olarak saptanmıştır.

Toplam gayri safi değişkeni sadece Model 2,4 ve 6 için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkili olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. 5 RECpc_{it} Denklem Tahmin Sonuçları

Değişkenler	RECpc _{it}					
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
RECpc_{it-1}	.9334563***	.8625072***	.9129352***	.8243125***	.9282828***	.7447345***
S.H	.1029312	.1037096	.1048761	.1063557	.103958	.1065594
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
RECpc_{it-2}	-.0129976	-.077248	-.0374523	-.1088339	-.0405189	-.1501239
S.H	.1087787	.1083828	.1095631	.1093246	.1100962	.1068245
P	0.905	0.476	0.732	0.319	0.713	0.160
MWGpc_{it}	-9025x10 ^{-7*}	-17464x10 ^{-7***}	8169x10 ⁻⁷	4294x10 ⁻⁷	562x10 ⁻⁷	-10241x10 ^{-7***}
S.H	.000493	.0005843	.0005955	.0005982	.0004443	.0004959
P	0.067	0.003	0.170	0.473	0.899	0.039
MWGcp_{it}²	21x10 ⁻⁹	371x10 ^{-10***}	-24x10 ⁻⁹	-175x10 ⁻¹⁰	-135x10 ⁻¹¹	133x10 ⁻¹⁰
S.H	129x10 ⁻¹⁰	137x10 ⁻¹⁰	163x10 ⁻¹⁰	159x10 ⁻¹⁰	126x10 ⁻¹⁰	126x10 ⁻¹⁰
P	0.103	0.007	0.211	0.271	0.915	0.291
GVApc_{it}	3614x10 ⁻⁷	5984x10 ^{-7**}	4312x10 ⁻⁷	7882x10 ^{-7***}	1629x10 ⁻⁷	664x10 ^{-6***}
S.H	.000257	.0002467	.0002684	.0002752	.0002255	.0002326
P	0.160	0.015	0.108	0.004	0.470	0.004
GVA1r_{it}	1.374364**	1.677548***				
S.H	.5590346	.5544603				
P	0.014	0.002				
GVA2r_{it}			.5959341**	.7655416***		
S.H			.2399388	.2350201		
P			0.013	0.001		
GVA3r_{it}					-.4442312**	3.072073
S.H					.1903027	1.917513
P					0.020	0.109
GVA3r_{it}²						-.0269464**
S.H						.0136332
P						0.048
Pop > 65_{it}	.2691559		.4080621		.6471508**	
S.H	.2375588		.2514869		.3026231	
P	0.257		0.105		0.032	
Pop15 – 64_{it}		-1.321873***		-1.546657***		-2.6887***
S.H		.4840762		.5064135		.6112859
P		0.006		0.002		0.000
PopDen_{it}	.1498864**	.2756514***	.0049059	.1104434	-.0216116	.0868998
S.H	.0753391	.0887326	.0751221	.0807255	.0811955	.0782409
P	0.047	0.002	0.948	0.171	0.790	0.267
Ddev_{it}	.1216537	-.5418911	.826437	.120095	.4220267	-1.299444
S.H	1.607768	1.548292	1.57434	1.509183	1.592785	1.514775
P	0.940	0.726	0.600	0.937	0.791	0.391
Dcrisis_{it}	.5420771	1.244725	.8444406	1.882392*	1.100348	3.660484***
S.H	1.024791	.988367	1.071818	1.075243	1.146997	1.231246
P	0.597	0.208	0.431	0.080	0.337	0.003
Constant	-24.16174**	58.22311**	-26.46608**	70.0362**	22.01591	92.64994
S.H	11.73091	30.57639	12.14096	31.05316	16.69018	73.81036
P	0.039	0.057	0.029	0.024	0.187	0.209
Gözlem	90	90	90	90	90	90
R²	0.9553	0.9581	0.9555	0.9584	0.9552	0.9615
Ki- Kare İst.	1910.84	2058.13	1930.84	2075.79	1917.58	2250.44
P	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DN MWGpc_{it}	21488.09524	23536.38814	20022.05882	12268.57143	20814.81481	38500
DN GVA3r_{it}						59.62306

Notlar: İçsel Değişkenler: MWGpc_{it}, RECpc_{it}, Dışsal Değişkenler: MWGpc_{it-1}, MWGpc_{it-2}, GVApc_{it}, GVApc_{it}², GVA1r_{it}, GVA2r_{it}, GVA3r_{it}, Pop > 65_{it}, Pop15 – 64_{it}, PopDen_{it}, Ddev_{it}, Dcrisis_{it}, MWGcp_{it}², GVA3r_{it}². S.H: Stadart Hata. P: Olasılık değerlerini göstermektedir DN: Dönüm noktası.. *, **, *** katsayıların sırasıyla %10, %5, %1 anlamlılıklarını göstermektedir.

Tarım, endüstri ve hizmetlerin toplam üretimin içerisindeki paylarını gösteren değişkenler olan GVA1r_{it}, GVA2r_{it}, GVA3r_{it} değişkenler 6 modelde ayrı ayrı incelenmiştir. Model 1 ve 2 için GVA1r_{it} değişkeni istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkili olarak

bulunmuştur. Model 3 ve 4 için $GVA2r_{it}$ değişkeni istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkili olarak bulunmuştur. Model 5 için $GVA3r_{it}$ değişkeni istatistiksel olarak anlamlı ve negatif iken model 6 için istatistiksel olarak anlamsız olarak bulunmuştur. Ayrıca model 6 için $GVA3r_{it}^2$ değişkeni istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olarak gözlemlenmiştir.

Demografik özelliklerin etkisini belirlemek için $Pop > 65_{it}$ ve $Pop15 - 64_{it}$ değişkenleri modele eklenmiştir. Bu değişkenlerden $Pop > 65_{it}$ değişkeni sadece model 5 için anlamlı olarak bulunmuştur. $Pop15 - 64_{it}$ değişkeni model 2,4 ve 6 da anlamlı ve negatif etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Nüfusun yoğunluğunun etkisini ölçmek amacıyla kullanılan $PopDen_{it}$ değişkeni sadece Model 1 ve 2 için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bulunmuştur.

Ayrıca modelde 2 adet kukla değişken bulunmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik seviyesini gösteren $Ddev_{it}$ kukla değişkeni tüm modeller için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

2008 krizini baz alarak oluşturulan $Dcrisis_{it}$ kukla değişkeni sadece Model 4 ve 6 için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkili olarak bulunmuştur.

Modellerin kişi başına düşen belediyesel atık miktarını gösteren değişken olan $MWGpc_{it}$ değişkeninin dönüm noktalarına bakılacak olursa yaklaşık 12 bin ton ile 38 ton arasında değiştiği gözlenmektedir. Model 6'da hizmetlerin gayri safi yurt içi hâsıla içerisindeki yerini gösteren değişken olan $GVA3r_{it}$ değişkeninin dönüm noktası %59,6 olarak gözlemlenmiştir.

Modeller için Kuznets Eğrisi hipotezi Çizelge 6'da atık üretimi ile kişi başına düşen belediyesel atık üretimi değişkenleri kullanılarak test edilmiştir. Karesel model parametreleri model 3,4 ve 5 için $MWGpc_{it} > 0$ ve $MWGcp_{it}^2 < 0$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre model 3,4 ve 5 ters U şeklinde bir ilişki sergilemektedir. Yani belediyesel atık üretimi artarak

bu 3 model için hesaplanan ortalama eşik değeri olan 17 bin tonu geçtiği zaman geri dönüşüm seviyesinin azaldığı gözlemlenmektedir. Bunun aksine model 1,2 ve 6 için $MWGpc_{it} < 0$ ve $MWGcp_{it}^2 > 0$ olarak bulunmuştur. Yani U şeklinde bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Belediyesel atık miktarı azalarak bu 3 model ortalaması olan 27 bin tonu geçtiği zaman geri dönüşüm seviyesinin arttığı gözlemlenmektedir. Model 6 da üçüncül sektör ve geri dönüşüm seviyesi arasındaki ilişkiye bakacak olursak $GVA3r_{it} > 0$ ve $GVA3r_{it}^2 < 0$ olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre geri dönüşüm seviyesi ile üçüncül sektör arasında ters U şeklinde bir ilişki mevcuttur.

Çizelge 4.6'da yer alan çıktı sonuçlarına bakacak olursak 6 model istatistiksel olarak anlamlıdır ve belirlilik katsayıları da tüm modeller için %99 un üzerindedir.

Modellerdeki değişkenler incelenecek olursa toplam gayri safi üretim tüm modeller için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif çıkmıştır ancak toplam gayri safi üretimin karesi değişkeni sadece model 2,4 ve 6 için istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bulunmuştur.

Geri dönüşüm seviyesi değişkeni Model 2 ve 6'da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkili olarak saptanmıştır.

Tarım, Endüstri ve Hizmetlerin toplam üretimin içerisindeki paylarını gösteren değişkenler olan $GVA1r_{it}$, $GVA2r_{it}$, $GVA3r_{it}$ değişkenlerin hiçbir model için istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır.

Demografik özelliklerin etkisini belirlemek için eklenen değişkenlerden $Pop > 65_{it}$ ve $Pop15 - 64_{it}$ değişkenleri hiçbir model için istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır.

Demografik özelliklerden bir diğeri olan nüfus yoğunluğunun etkisini belirlemek amacıyla kullanılan $PopDen_{it}$ değişkeni tüm modeller için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. 6. MWGpc_{it} Denklem Tahmin Sonuçları

Değişkenler	MWGpc _{it}					
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
MWGpc_{it-1}	.4467747***	.4277917***	.4537238***	.4408088***	.4586068***	.4357995***
S.H	.0871468	.0867476	.086726	.086765	.0868549	.0877364
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MWGpc_{it-2}	.5850713***	.5889806***	.5842292***	.5846525***	.5829919***	.583006***
S.H	.0888685	.0875516	.0890846	.0882423	.0892815	.0883202
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GVAp_{it}	.2844617**	.3669423***	.2596222**	.3023119***	.2410097*	.3125194**
S.H	.1383124	.1253005	.1301406	.1169208	.1265487	.1247299
P	0.040	0.003	0.046	0.010	0.057	0.012
GVAp_{it}²	-629x10 ⁻⁷	-847x10 ^{-7**}	-625 x10 ⁻⁷	-7x10 ^{-7*}	-548x10 ⁻⁷	-703 x10 ^{-7*}
S.H	441x10 ⁻⁸	403x10 ⁻⁸	448x10 ⁻⁸	394x10 ⁻⁸	43x10 ⁻⁷	407x10 ⁻⁷
P	0.153	0.035	0.163	0.076	0.203	0.084
RECpc_{it}	-8.17881	-12.86115**	-3.085186	-12.05806	-4.376306	-16.73376*
S.H	5.286898	6.318517	7.737858	9.284087	7.320556	9.844692
P	0.122	0.042	0.690	0.194	0.550	0.089
GVA1r_{it}	59.09545	74.64489				
S.H	68.70163	65.80359				
P	0.390	0.257				
GVA2r_{it}			-21.89314	-6.844912		
S.H			23.34049	22.83815		
P			0.348	0.764		
GVA3r_{it}					16.27998	-7.836082
S.H					23.16726	24.5039
P					0.482	0.749
Pop > 65_{it}	26.57158		13.81488		13.21845	
S.H	27.88268		35.26728		40.10717	
P	0.341		0.695		0.742	
Pop15 – 64_{it}		-75.44626		-80.33629		-110.0083
S.H		46.46352		60.02953		73.79665
P		0.104		0.181		0.136
PopDen_{it}	26.63054***	35.3868***	27.74753***	33.14302***	27.25478***	31.73752***
S.H	9.686573	11.67079	9.67811	10.66306	10.25504	10.71453
P	0.006	0.002	0.004	0.002	0.008	0.003
Ddev_{it}	-256.9698	-305.1992	-218.564	-249.5365	-197.9426	-277.6942
S.H	218.6931	197.6875	212.3607	198.3342	212.4867	209.2046
P	0.240	0.123	0.303	0.208	0.352	0.184
Dcrisis_{it}	-41.71787	-48.62097	-123.8795	-77.98859	-120.6541	-19.59148
S.H	125.18	120.881	142.7646	143.0025	151.6303	156.4176
P	0.739	0.688	0.386	0.586	0.426	0.900
Constant	-5774.417***	-1645.085	-4719.451***	-128.9059	-6172.431***	2372.937
S.H	1602.139	2730.489	1221.722	3328.63	2185.039	6114.629
P	0.000	0.547	0.000	0.969	0.005	0.698
Gözlem	90	90	90	90	90	90
R²	0.9989	0.9989	0.9989	0.9989	0.9988	0.9989
Ki- Kare İst.	78269.82	80205.32	78248.97	79152.44	77819.48	78924.80
P	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DN GVAp_{it}	22612,21781	21661,2928	20769,776	21593,70714	21989,93613	22227,55334

Notlar: İçsel Değişkenler: MWGpc_{it}, RECpc_{it}, Dışsal Değişkenler: MWGpc_{it-1}, MWGpc_{it-2}, GVAp_{it}, GVAp_{it}², GVA1r_{it}, GVA2r_{it}, GVA3r_{it}, Pop > 65_{it}, Pop15 – 64_{it}, PopDen_{it}, Ddev_{it}, Dcrisis_{it}, MWGcp_{it}², GVA3r_{it}². S.H: Stadart Hata. P: Olasılık değerlerini göstermektedir DN: Dönüm noktası.. *, **, *** katsayıların sırasıyla %10, %5, %1 anlamlılıklarını göstermektedir.

Modelde 2 adet kukla değişken bulunmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik seviyesini gösteren *Ddev_{it}* kukla değişkeni tüm modeller için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. 2008 krizini baz alarak oluşturulan *Dcrisis_{it}* kukla değişkeni tüm modeller için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Modellerin dönüm noktalarına bakılacak olursa yaklaşık 22 bin dolar civarında olduğu gözlenmektedir.

Modeller için Kuznets Eğrisi hipotezi Çizelge 6 te atık üretimi ile gayri safi üretim değişkenleri kullanılarak test edilmiştir. Karesel model parametreleri tüm modeller için $GVApc_{it} > 0$ ve $GVApc_{it}^2 < 0$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre 6 modelde ters U şeklinde bir ilişki sergilemektedir. Yani gayri safi üretimin artarak hesaplanan ortalama eşik değeri olan 22 bin doları geçtiği zaman belediyesel atık üretimi miktarının azaldığı gözlemlenmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyanın oluşumundan bu yana geçen 4.5 milyar yılda gezegenimiz gerek iç etkenler gerekse dış etkenlerin tetiklediği sayısız değişimlerden geçmiştir. Bu değişimlerin yaşandığı sırada pek çok bitki ve hayvan türü de dünyada yaşamını sürdürmüştür. Ancak bu türlerden sadece ortama en iyi uyum sağlayanlar günümüze kadar soylarını devam ettirmişlerdir. Barnosky (2011)'nin çalışmasında bahsettiği gibi son 3.5 milyar yılda dünyada evrimleştiği tahmin edilen dört milyar türün yaklaşık %99'u yok olmuştur.

Bu türlerden “homo sapiens sapiens” yani “modern insan” günümüzden 200 ile 300 bin yıl önce evrimleşmenin ilk evrelerinde doğa koşullarına ayak uydurarak soyunun tükenmesini önlemiş bulunmaktadır. Yalnız şu anda geriye bakıldığında işlerin insanlık adına değiştiği görülmektedir. İnsanlığın sürekli kendini geliştirmek ve her zaman daha iyisini aramak için sarf ettiği çaba sonucunda artık doğanın insanlara ayak uydurduğu görülmektedir. Bunu dünya üzerinde bu genişlikte yapabilmiş tek tür de sadece “homo sapiens sapiens” yani “modern insanlardır”. Ancak bu durumun sorumluluğunda dünyada yaşayan bütün canlılar adına alındığı insanlık tarafından alındığı unutulmamalıdır.

Özellikle sanayi devriminden sonra insanlık üretimde eskisi kadar çaba sarf etmek zorunda kalmadığı için bilim ve teknik sanayi devriminin öncesine göre kıyaslanmayacak derecede hızla gelişerek medeniyetimizi bu güne getirmiştir. Dünya genelinde artan bu refah nüfusun hızla artmasına ve yaşam kalitesinin yükselmesine yol açmıştır. Artan bu nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması adına doğal kaynaklar daha fazla ve hoyratça kullanılmıştır. Bu kullanımın sonucunda günümüzde hava, toprak ve su kirliliği gibi yaşanan çevre sorunları ile yüzleşilmektedir.

Çevreye verilen bu zararları önlemek adına günümüzde OECD, Avrupa Birliği ve Birleşmiş Milletler gibi ülke grupları ve birlikler bu konu üzerine çeşitli anlaşmalar ve çalışmalar düzenlemektedirler. Örneğin Birleşmiş Milletler üye ülkeleri tarafından 2015

yılında imzalanan Paris anlaşması küresel ortalama sıcaklık artışını sanayileşme öncesi seviyeler olan 2°C'nin çok altında tutmak ve sıcaklık artışını sanayileşme öncesi seviyeler olan 1,5°C nin üzerinde sınırlandırmak ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum sağlama yeteneğini artırmak ancak bunu yaparken gıda üretimini tehdit etmeyecek şekilde iklim direncini ve düşük sera gazı emisyonu gelişimini teşvik etmek gibi çeşitli amaçları bulunmaktadır. Atık üretimi ve geri dönüşüm seviyesi için ise OECD ülkeleri 2022 yılında küresel plastik görünümü başlığı altında ekonomik etkenlerin çevresel etkileri ve politika seçenekleri adlı bir çalışma yayımlamıştır. Bu çalışmada atık, geri dönüşüm, bertaraf, sızıntı ve sera gazı emisyonları dâhil olmak üzere küresel olarak plastiğin tüm yaşam döngüsü üzerinde durur ve plastiğin yaşamını daha döngüsel bir hale getirmek adına yöntemler önerir.

Çevre sorunları ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişkinin analizi için birçok yöntem mevcuttur. Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) de bunlardan biridir. ÇKE hipotezi eğer ekonomik gelişmişlik seviyesi artarsa bunla birlikte çevreye verilen zararında artacağını ancak belli bir tepe noktasına ulaştıktan sonra çevreye verilen zararın azalacağı yönündedir.

Hava kirliliği ile ilgili literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak toprak, hava ve su kirliliğini de ilgilendiren atık üretimi ve bu atıkların geri dönüşümü eşanlı panel veri analizi yöntemi ile fazla incelenmemiştir. Bu çalışmada balkanlarda bulunan OECD ülkeleri verileri eşanlı panel veri analizi yöntemi ile incelenmiştir. ÇKE hipotezi ilk denklemde Çizelge 4.5 de geri dönüşüm seviyesi ile atık üretimi arasında test edilmişken, Çizelge 4.6'da ekonomik gelişmişlik ile atık üretimi arasında test edilmiştir.

Çizelge 4.5'de çıkan sonuçlar ÇKE hipotezi bağlamında değerlendirilecek olunursa Model 3,4 ve 5 için geri dönüşüm seviyesi ile atık üretimi arasında ters U şeklinde bir ilişki mevcuttur denilebilir. Bu modeller için belediyesel atık üretimi artarak eşik değerini aştığı takdirde geri dönüşüm seviyesinde bir azalış olacağı gözlemlenmektedir. Bu ilişki detaylı olarak incelenecek olursa; Model 3 ve 4 için ikincil sektör olan endüstri anlamlı ve pozitifken Model 4'de demografik değişken olan 15-64 yaş aralığında olan bireylerin oranı değişkeni anlamlı ve negatif bulunmuştur. Bu iki sonuç birlikte değerlendirilirse endüstrilerde üretilen

atıkların geri dönüşüme daha uygun olması eşik değerine gelene kadar geri dönüşüm üzerinde bu pozitif etkiyi yarattığı söylenebilir. Ancak toplumun aktif bireylerinin bu konu hakkında hassas olmamaları eşik değerinin aşılmasından sonra azalan geri dönüşüm oranını açıklayabilir. Model 5 ayrı olarak incelendiğinde hizmetler sektörünün payı anlamlı ve negatif olarak bulunmuşken demografik değişken olan 15-64 yaş aralığında olan bireylerin oranı anlamlı ve pozitif olarak bulunmuştur. Bu iki sonuç birlikte incelenirse hizmetler sektörü geri dönüşüm oranını azaltmakta iken nüfusun aktif kesimi bu oranı arttırmaktadır. Yani toplumun aktif bireyleri hizmetler sektöründe geri dönüşüm konusundaki hassasiyeti eşik değerine ulaşana kadarki artışı açıklayabilirken üçüncül sektörün payı eşik değerinden sonraki azalmayı anlamlı kılar.

Çizelge 4.5 için ÇKE hipotezi model 6 da geri dönüşüm seviyesi ile hizmetler sektörü arasında sınanmıştır. Çıkan sonuçta ters U şeklinde bir ilişki olduğu saptanmıştır. Yani hizmetler sektöründeki artış eşik değerini aştığı takdirde geri dönüşüm seviyesinde bir düşüş olacaktır. Bu sonuç yukarıda belirtilen endüstriyel atık ile hizmetlerin ürettiği atıklar arasında yapılan değerlendirmeyi destekler niteliktedir. Hizmetler sektöründe turizm hizmetlerine bakacak olursak buradaki atıkların ağırlıklı olarak geri dönüşümü zor olan ambalajlama ürünleri olduğu görülmektedir. Avrupa Palemantosunun 2021 yılında yayımladığı ve eurostat'ın veri bankasından 2018 yılı için alınan verileri kullandığı AB'de plastik atık ve geri dönüşüm: gerçekler ve rakamlar başlıklı yazıya göre Avrupa'da 1 yıl içerisinde üretilen atıkların %39.9 gibi bir çoğunluğu turizm sektöründe de bolca üretilen ambalaj atıklardır. Bu oran diğer üretilen plastik atıklar arasında açık ara farkla birinci sırada bulunmaktadır. Bu çalışmada yer alan ülkelerden Türkiye ve Yunanistan için turizm önemli bir gelir kaynağı olduğu bilinmektedir. Söz konusu ülkeler için turizm sektöründe yasa belirleyiciler tarafından düzenlemeler getirilerek üretilen atık miktarının azaltılması sağlanabilir.

Çizelge 4.5'de Model 1,2 ve 6 için geri dönüşüm seviyesi ile atık üretimi arasında U şeklinde bir ilişki mevcuttur denilebilir. Bu modeller için belediyesel atık üretimi azalarak eşik değerini aştığı takdirde geri dönüşüm seviyesinde bir artış olacağı gözlemlenmektedir. Bu durumun değişkenler açısından detaylı bir şekilde incelenmesi daha manalı sonuçlar verecektir. Model 1 ve 2 için bakılacak olursa tarım sektörü her iki modelde de anlamlı ve

geri dönüşüme pozitif bir etki yaptığı gözlemlenmektedir. Demografik değişkenlere bakılacak olursa nüfus sıklığı her iki model için anlamlı ve pozitifken model 2 de buna ek olarak 15-64 yaş aralığında olan bireylerin oranı değişkeni de anlamlı ancak negatif bulunmuştur. Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde aktif nüfusun tarımsal anlamda geri dönüşüme olan yaklaşımı başlarda negatif etkiye sebep olurken sonrasında tarım sektöründeki gelişim bu geri dönüşüm seviyesini pozitif yönde etkilemiştir denilebilir. Tarım sektörünün geri dönüşümü olumlu yönde etkilemesi oluşan atıkların hayvancılıkta saman tarımda gübre olarak kullanılması gibi örneklerle açıklanabilir. Diğer bir ifade ile diğer sektörler nazaran kendi içerisinde atık verim döngüsünün daha iyi işlediği söylenebilir. Model 6, tek başına incelenecek olursa gayri safi yurt içi üretim pozitif ve anlamlı iken demografik değişkenlerden sadece 15-64 yaş aralığında olan bireylerin oranı değişkeni anlamlı ve negatif olarak bulunmuştur. Bu durum model 1 ve 2 de bulunan artış ve azalışla paralel nitelik taşımaktadır. Ancak burada sektörel bazda bir değerlendirmeden ziyade tüm sektörlerin toplamı olan gayri safi üretim ile bir değerlendirme yapılması gerekmektedir.

Çizelge 4.6'da çıkan sonuçlar ÇKE hipotezi bağlamında değerlendirilecek olunursa çizelgede yer alan 6 model içinde ters U şeklinde bir ilişki mevcuttur. Diğer bir ifade ile ÇKE hipotezi sağlanmıştır denilebilir. Gayri safi üretim artarak eşik değeri olan ortalama 22 bin dolar seviyesine ulaştıktan sonra çevreye verilen zarar azalacaktır. Bu ilişki modeller için sektör ve demografi bazında incelemek yararlı olacaktır. Sektörler bakımından tüm modeller içinde anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. Ancak gayri safi üretim değişkeni bütün değişkenler için pozitif ve anlamlı olarak bulunmuştur. Seçili ülke gruplarının nüfus sıklığını gösteren *PopDen_{it}* değişkenine bakılacak olursa bütün modeller için pozitif etkili ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu bulgular birlikte değerlendirilirse üretimin sektörel bazdan ziyade topluca olarak modele kattığı anlamın daha manalı olduğu düşünülebilir. Bununla birlikte, nüfus yoğunluğu seçilen ülke grupları için atık üretimini arttırdığı da görülmektedir. Bu durum ülkelerin nüfus planlaması yoluyla veya nüfusu gereksiz atık üretimini azaltmak adına eğiterek çözümlenebilir. Bu sonuca dayanarak eğitim durumunun atık üretimine etkisi üzerine etkileri ileride bu ülke grupları için araştırılırsa çıkan sonuçlar daha da detaylandırılabilir.

Tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde eşanlı denklem sistemi belediyesel atık üretimi ve geri dönüşüm seviyesi arasında çift yönlü ve pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra geri dönüşüm seviyesi ile atık üretimi ÇKE hipotezi ile incelendiğinde sektörlere göre geri dönüşüm seviyelerinin arttığı ve azaldığı gözlemlenmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda ÇKE hipotezi seçili ülkeler için temelde sağlanmıştır. Diğer bir ifade ile ülkelerin belirli bir gelişmişlik düzeyini aştıktan sonra çevreye verdikleri zarar azalacaktır. Geri dönüşüm ve atık üretimi bakımından endüstri sektörüne incelendiğinde önce artan bir geri dönüşüm oranı görülmektedir. Ancak eşik değerine ulaşıldıktan sonra artan atık üretimi ve azalan bir geri dönüşüm oranı gözlemlenmektedir. Endüstride üretilen atıkların geri dönüşüm oranı yüksek materyaller olması bu azalışın nedenini toplumun bu konu üzerindeki bilgisinin ve dikkatinin yeterli olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Bu yüzden ilköğretim düzeyinden başlayarak geri dönüşümün yararları ve gereksiz plastik kullanımını azaltıcı yönde eğitimler verilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Hizmetler sektörüne bakıldığında bu durumun tersi görülmektedir. Bunun için turizm sektörünün tek kullanımlık ürünlere meyilli olması bu durumun nedeni olarak düşünülmüştür. Bunun engellenmesi için kanun koyucuların tek kullanımlık ürünlerin alımında sektörün paydaşlarına yönelik koyacağı sınırlamaların atık üretimi oranını düşürmede etkili olacağı düşünülmektedir.

Geri dönüşüm seviyesi ve belediyesel atık üretimi arasındaki ters U şeklindeki grafik Türkiye özelinde değerlendirilecek olursa; artan atık üretiminin azaltılması son derece önemlidir. Çünkü Türkiye araştırmada yer alan diğer ülkelerden çok daha fazla miktarda atığı para karşılığı depo, geri dönüşüm veya imha işlemlerinden birini uygulamaktadır. Kısa vadede atık karşılığında alınan bu paraların ekonomiye katkısının olduğu düşünülmekle birlikte çevreye verilen zararlar neticesinde uzun vadede getirdiğinden fazlasını götürecektir. Plastik atıklardaki geri dönüştürülme oranı hali hazırda düşük olduğu bilinilmektedir. Bu atıklar geri dönüştürülseler plastiklerin yapısından kaynaklı 2 ve ya 3 kez daha bir dönüşüm geçirebilirler. Böylece daha fazla dönüşümün uygulanamayacağı atıkların ekonomiye maliyeti ve çevreye verdikleri zararlar zamanla birikerek artacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abrate, G.i Ferraris, M., 2010, The Environmental Kuznets Curve in the Municipal Solid Waste Sector, Hermes, 1, 1-28.
- Akimoto, H., 2003, Global Air Quality and Pollution, Science, 302,5651, 1716-1719.
- Alagöz, A., Yılmaz B., 2001, Çevre Muhasebesi ve Çevresel Maliyetler, SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 1,1-2, 147-158.
- Alan, G., 1995, Water Pollution and Fish Physiology, Lewis Publishers, p.1.
- Anonim, 2015, Paris Agreement, https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf, erişim tarihi: 22.06.2022.
- Anonim, 2021, Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures> , erişim tarihi: 22.06.2022.
- Arabacıoğlu, R., 2017, Ceviz Kabuğunun Boya Yapımında Kullanılabilirliği: Atık Değerlendirme Çalışması, Yüksek Lisans Tez, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 30 s. (yayımlanmış).
- Baalbaki, R., Marrouch, W., 2020, Is there a garbage Kuznets curve? Evidence from OECD countries, Economics Bulletin, 40,2, 1049-1055.
- Barnosky A., Matzke N., Tomiya S. Wogan G., 2011, Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?, Nature, 471, 51-57.
- Bibi F. , Jamil M. "Testing environment Kuznets curve (EKC) hypothesis in different regions" Environmental Science and Pollution Research, Cilt:28, Sayı:11 ,(2021), s13581–13594.
- Boubellouta B. , Brandt K. S. , "Testing the Environmental Kuznets Curve hypothesis for E-waste in the EU28+2 countries", Journal of Cleaner Production, Sayı:277 ,(2020) 123371.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- BREUSCH, T.S ve PAGAN, A.R. (1980), “The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification Tests in Econometrics”, *Review of Economic Studies*, 47, 239-53.
- Caldwell, L., 1985, *İnternational Environmental Policy: Emergence and Dimensions*, *Maryland Journal Of International Law*, 9,2, 293-298.
- Callan, S., Thomas, J., 1997, The impact of state and local policies on the recycling effort, *East Econ J*, 23,4, 411-23.
- Destek, M., Ulucak R., Doğan, E., 2018, Analyzing the Environmental Kuznets Curve for the EU countries: The role of ecological footprint, *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 29387-29396.
- Ercolano, S., Ghinoi, S., Gaeta, L., Silvestri, F., 2018, Kuznets curve in municipal solid waste production: An empirical analysis based on municipal-level panel data from the Lombardy region (Italy), *Ecological Indicators*, 93, 397-403.
- Evers, J., West, K., 2011., *Air Pollution*, National Geographic, <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/air-pollution/> , erişim tarihi: 22.06.2022.
- Friedman, L., 2009, *Garbage and Recycling*, Greenhaven Press and Gale Changage Learning, p.64.
- Ganoulis J., 2009, *Risk Analysis of Water Pollution*, Wiley-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, p.1.
- Gnonlonfin, A., Kocoglu, Y., Peridy, N., 2017, *Municipal Solid Waste and Development: The Environmental Kuznets Curve Evidence for Mediterranean Countries*, *Region et Developpement*, 45, 113-130.
- Gui S., Zhao, L., Zhang, Z., 2019, Does Municipal Solid Waste Generation In China Support The Environmental Kuznets Curve? New Evidence From Spatial Linkage Analysis, *Waste Manag*, 84, 310-319.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Grossman, M., Kruger, B., 1995, Economic Growth and the Environment, The Quarterly Journal of Economics, 110,2, 353-377.
- Haas, P., 2001, Managing Global Issues: Lessons Learned, Carnegie Endowment For International Peace, 1, 310-353.
- Hespanhol, I., Helmer, R., 1997, Water Pollution Control: A guide to the use of water quality management principles, E&FN Spon, p.11.
- Karaca, C., 2007, Çevre, İnsan ve Etik Çerçevesinde Çevre Sorunlarına ve Çözümlerine Yönelik Yaklaşımlar, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 11,1, 1-19.
- Kuznets, S., 1995, Economic Growth and Income Inequality, The American Economic Review, 45,1, 1-28.
- Li, G., Xing, J., 2020, The Present Situation of Soil Pollution in Agricultural Production and The Countermeasures, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; IOP Publishing: Hangzhou China, 512, 012032.
- Lu, C., Venevsky, S., Shi, X., Wang, L., Wright J., vd., 2021, Econometrics of the environmental Kuznets curve: Testing advancement to carbon intensity-oriented sustainability for eight economic zones in China, Journal of Cleaner Production, 283,3, 124561.
- Misra K., 1996, Clean Production Environmental and Economic Perspectives, Springer, p.2.
- Murshed, M., Alam, R., Ansarin, A., 2021, The environmental Kuznets curve hypothesis for Bangladesh: the importance of natural gas, liquefied petroleum gas, and hydropower consumption, Environmental science and pollution research international, 28,14, 17208-17227.
- Onishi, H., 1988, A Computer-Assisted Model Selection Method For Three Stage Least Squares- From Data Fitting To Usable Model Building, Journal of the Japanese Society of Computational Statistics, 1,1, 95-109.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özcan, B., Öztürk, I., 2019, Environmental Kuznets Curve, Academic Press An imprint of Elsiver, p.5.
- Özel, H., 2012, Ekonomik Büyümenin Teorik Temelleri, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2,1, 63-75.
- Panayotou, T., 2000, Economic Growth and the Environment, Center for International Development at Harvard University Working Paper, 56, p.1.
- Pathab, S., Aarfaoli, P., Bardelli, T., Ceccherini, M., Nannipieri, P., vd., 2020, Soil Pollution from Micro- and Nanoplastic Debris: A Hidden and Unknown Biohazard, Sustainability, 12,18, 7255.
- Rothenberg, T. J., Eatwell, J., Milgate, M., Newman, P., 1990, Econometrics, The Macmillan Press Limited, p.88.
- Gündoğdu, S., Walker, T., 2021, Why Turkey should not import plastic waste pollution from developed countries, Marine Pollution Bulletin, 171, 112772
- Singh, P., Singh S., Prasad, S., 2020, Plant Responses to Soil Pollution, Springer Nature Singapore Pte Ltd, p.1.
- Subramanian, P., 2000, Plastics Recycling and Waste Management in The US, Resources, Conservation and Recycling, 28,3-4, 253-263.
- Şüküroğlu, D., 2018, Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi, Bölüm adı:(Eşanlı Panel Veri Modelleri), S. GÜRİŞ (Der.), DER Yayınları, s.133-139.
- Tatoğlu, F. Y., 2018, İleri Panel Veri Analizi, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., s.171.
- Tatoğlu, F. Y., İçen, H., 2019, Çevresel Kuznets Eğrisinin Çok Boyutlu Panel Veri Modelleri ile Analizi, Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi, 3, 1, 26-38.
- Tietenberg, T., Lewis, L., 2018, Environmental and Natural Resource Economics, 10th Edition Global Edition Pearson Education Limited, p.1.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Tütüncü İ. 2012, Çevre Vergileri Ve Uluslararası Standartlara Uyum Açısından Türkiye Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.30. (yayınlanmış).

Uchiyama, K., 2016, Environmental Kuznets Curve Hypothesis and Carbon Dioxide Emissions, Springer, p.1.

ÜN, T. ,2018, Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi, Bölüm adı:(Panel Veri Modellerinin Varsayımlarının Testi), S. GÜRİŞ (Der.), DER Yayınları, s.43-72.

Valenzuela-Levi N., 2019, Factors influencing municipal recycling in the Global South: the case of Chile, Resources Conservation and Recycling, 150, 1-10.

Velasquez R., 2009, Pollution Control, Nova Science Publishers, p.1.

Yılmaz, M., 2008, Gelişmekte Olan Ülkelerde Doğrudan Yabancı Yatırımlar-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.32. (yayınlanmış).

Zehender, J., 199, Soil and Groundwater Pollution, Springer-Science+Business Media, p.4.