



RESP

e-ISSN: 2979-9414



Araştırma Makalesi • Research Article

Seçili OECD Ülkeleri Üzerinde Hasıla-Geri Dönüşüm İlişkisi Üzerine Panel Veri Analizi *

Panel Data Analysis On Product Recycling Relationship On Selected OECD Countries

Duygu Yılmaz^a & İlhan Eroğlu^{b,*}

^aTokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 60150, Tokat / Türkiye

ORCID: 0000-0001-95-49-3546

^bProf. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, 60150, Tokat / Türkiye

ORCID: 0000-0003-4711-1165

ANAHTAR KELİMELER

Doğrusal Ekonomi
Döngüsel Ekonomi
Geri Dönüşüm
Panel Veri

KEYWORDS

Linear Economy
Circular Economy
Recycling
Panel Data

ÖZ

Doğrusal ekonominin büyüme odaklı yaklaşımı çevre sorunlarını beraber getirmiştir. Bu sorunlar iklim değişikliği, küresel ısınma ve çeşitli çevresel problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum karşısında döngüsel ekonomi mevcut tüketim sistemlerini çevrimsel bir sisteme dönüştürme maksadıyla ekonomik sürdürülebilirliği sağlamaya çalışan bunu gerçekleştirmek için teknolojiden yardım alan ekonomik yöntem olarak araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Çalışmada döngüsel ekonominin önemli bileşeni olan geri dönüşüm oranı seçili 13 OECD ülkesi üzerine gerçekleştirilen ekonometrik analiz de 2000-2020 yılları arası yıllık değerler dikkate alınmıştır. Çalışmanın amacı serileri oluşturan evsel, ambalaj, plastik, kâğıt, metal, cam, ahşap, elektronik atıkları geri dönüş oranı ile GSYH arasındaki nedenselliğin incelenmesidir. Çalışmanın bulgularına göre, seçili atık geri dönüşüm oranı değişkenlerinden GSYH'n doğru nedensellik bulunmamaktadır. GSYH'den ahşap atık geri dönüşümünü etkilemekte ve aralarında tek yönlü nedensellik bulunmaktadır.

ABSTRACT

The growth-oriented approach of linear economy has brought environmental problems with it. These problems emerge as climate change, global warming and various environmental problems. In the face of this situation, circular economy has been the focus of attention of researchers as an economic method that tries to ensure economic sustainability with the aim of transforming existing consumption systems into a circular system and uses technology to achieve this. In this study, the econometric analysis of the recycling rate, which is an important component of the circular economy, on 13 selected OECD countries is based on annual values between 2000-2020. The aim of the study is to examine the causality between the recycling rate of household, packaging, plastic, paper, metal, glass, wood, electronic waste and GDP. According to the findings of the study, there is no causality from the selected waste recycling rate variables to GDP. GDP affects wood waste recycling and there is unidirectional causality between them.

1. Giriş

Dünya nüfusunun artması ihtiyaçların miktarını ve çeşitliliğini artırmıştır. Artan ihtiyaçların karşılanması konusunda araştırmalar artmış ve sanayi devriminde etkisiyle kitle üretim yöntemi ile bu ihtiyaçlar karşılanmaya çalışılmıştır. Ayrıca sanayi devrimi bir kavramın daha kazanılmasına katkı sağlamıştır. Bu kavram doğrusal

ekonomi olarak bilinmekte ve hammaddenin tedariki, nihai malın üretilmesi, tüketilmesi ve tüketim aşamasından sonraki atık olma süreci şeklinde tanımlanmaktadır (Ateş, 2021: 125- 137). Doğrusal ekonomi, büyüme merkezli özellik sergilemesi sebebiyle uzun vadede birçok çevre sorununa neden olmuştur. Meydana gelen bu çevre sorunları sınırlı doğal kaynakları tüketmekle birlikte, başta küresel ısınma olmak üzere, iklim değişikliği, ozon tabakasının

* Sivas Cumhuriyet Üniversitesi tarafından düzenlenmiş olan “Uluslararası Ekonomi Finans ve İşletme Kongresi (EFİ-2023)” de sözlü sunulan “Döngüsel Ekonomi Kapsamında GSYİH İle Geri Dönüşüm İlişkisi: Seçili OECD Ülkeleri ” başlıklı bildirinin genişletilmiş halidir.

** Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: ilhan.eroğlu@gop.edu.tr

Atıf/Cite as: Eroğlu, I. & Yılmaz, D. (2023). Seçili OECD Ülkeleri Üzerinde Hasıla- Geri Dönüşüm İlişkisi Üzerine Panel Veri Analizi. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 2(2), 33-40.

Received 29 August 2023; Received in revised form 25 November 2023; Accepted 26 November 2023

This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors.

incelmesi, çölleşme, biyoçeşitliliğin kaybı vb. birçok sorununda ana nedeni olmuştur. Bu olumsuz durum döngüsel ekonomi adı verilen olgunun ortaya çıkmasına önyak olmuştur.

Döngüsel ekonomi kavramı hakkında literatür de farklı tanımlamalar mevcuttur. Ancak en temel ve yalın halini Avrupa Birliği yapmıştır. Avrupa Birliği'nin tanımında, ürün, malzeme ve kaynakların ekonomik değerinin uzun dönemlere yayıldığı ve atık oranının en düşük seviyelerde tutulduğu ekonomik bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Commission, 2015). Döngüsel ekonomi sürdürülebilir kalkınma ile yakın ilişkili iki kavramdır. Bu kavrama ilk olarak 1987 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporunda yer verilmiş ve gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarından taviz vermeden günümüzün ihtiyaçlarının karşılanmasından ödün verilmemesi olarak nitelendirilmiştir (United Nations, 1987). Tanımdan da anlaşılacağı gibi, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma kavramı birbirinin tamamlayıcısı ve denklemin birer etmenidir (Can, 2017: 143).

Çalışmanın amacı, döngüsel ekonominin önemli parçalarından birisi olan geri dönüşüm oranları ile GSYH arasındaki ilişki incelenmektedir. Çalışmada ilk olarak, döngüsel ekonomi tanımları, döngüsel ekonomi ve geri dönüşüm kavramları ile döngüsel ekonomi amaç ve faydaları yer almaktadır. Daha sonra ise GSYH ile ahşap, cam, plastik, metal, kâğıt ve karton arasındaki ilişki seçili OECD ülkeleri kapsamında Engle&Granger nedensellik testi ile sınanmış ve seçilen değişkenler arasındaki ilişki uygulamalı olarak incelenmiştir.

2. Döngüsel Ekonomi

Ekonomik büyüme için gerekli faktörlerden olan seri ve toplu üretim sınırlı düzeydeki kaynakların aşırı kullanımı ile çevreye verilen zarar uluslararası arenada gündeme gelmiştir. Konuyla ilgili çeşitli politikalar çerçevesinde özellikle Birleşmiş Milletler gibi uluslararası organizasyonlarda gündeme gelmiş ve soruna ilişkin çözüm arayışları başlamıştır. Ayrıca kaynakların etkin kullanımını esas alan ekonomik bir politikayı benimseyen neo-liberal politikalar ile serbest ekonomiye geçiş teşvik edilmiştir (Murray, Skene ve Haynes, 2017: 371).

Serbest ekonomi, tüketim ve rekabeti artırmış kaynak israfına neden olarak çevreye zarar vermeye başlamıştır. Kaynakların kısıtlılığı, çevre sorunlarının artması, ekonomik sorunların derinleşmesi, ekonomik büyümeyi sağlayacak güvenilir kaynak sağlayacak bir ekonomi modeline duyulan ihtiyacı gün yüzüne çıkarmıştır.

Bu anlayış ile döngüsel ekonomi ortaya çıkmıştır. Kavramla ilgili çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Döngüsel ekonomi, doğada var olan her maddenin başka bir nesnenin oluşumunda ana kaynak sebebi olarak görülmekte ve bu düşünce temelinde geliştirilmiş bir sistemdir (Ateş, 2021: 128). Döngüsel ekonomi, Rachel Carson'ın "Silent Spring" adlı eserinden, Barbara Ward ve Kenneth Boulding'in kaleme

aldığı eseri "Gelmekte Olan Uzaygemisi Ekonomisi" çalışmasından esinlenilerek oluşturulmuş bir kavramdır (Winans vd., 2017: 825-826). Ancak kavrama asıl şekli veren Pearce ve Turner (1990) yılındaki çalışmasında ilk kez döngüsel ekonomi terimine yer vermiştir. İkili 1980 yılında kapalı ekonomi ve çevre etkileşimi sistemini tanımlamak için bu terimi kullandığı iddia edilmektedir (Yuan vd., 2006: 4). Ancak terim hakkında ortak bir mutabakata varılamamıştır.

Şekil 1. Döngüsel Ekonomi Modeli



Kaynak: (Economic Forum, 2018: 1162)

Şekil 1'deki (Economic Forum, 2018: 1162) kapalı döngü sistem şeması, döngüsel ekonomi modelinin ana aşamalarını göstermektedir. Ürünlerin kullanılabilirliği birbirinin devamı niteliğindedir. Örneğin; endüstri yan ürün atıkları ile ürünler yenilenebilir ürünler arasında değişim yapılabilir veya sıfırdan bir ürünün hammaddesi olarak kullanılabilir. Amaç kapalı döngü sistem şemasının dışındaki hammaddeleri atıllık kapasitesini azaltmak ve sistemin etkin işleyişine katkı sağlamaktır (European Commission, 2014: 5).

Döngüsel ekonomi, üretim için kullanılan hammadde girişinin azaltılması, ürün kullanım sonrası ayrıştırmanın kolayca yapılması ve geriye kalan atık malzemelerin yeniden kullanımının tasarlanması (eko-tasarım), bakım ve onarım ile ürünlerin kullanım ömrünün uzatılması, üretimde geri dönüştürülebilir maddelerin kullanımı ve kapalı döngü sistem şeması dışında kalan maddelerin kazanımını içeren sistemsel yöntemdir (Kirchherr & Piscicelli, 2019: 1).

Bu kavram, üretim ve tüketim olgusunun yeniden tanımlanmasını içermektedir (MacArthur, 2013: 22). Döngüsel ekonominin sistem ve kaynak sorunlarına odaklanan önemli üç temel unsuru bulunmaktadır.

Bu üç temel unsuru şu şekilde sıralamak mümkün (Antikainen vd., 2018: 119);

- Doğal ve beşeri sermayeyi geliştirmek ve mevcut düzenin korunmasını sağlamak,
- Kaynak verimliliğinde etkinliğin sağlanması,

- Sistem etkinliğini korumak ve katkıda bulunmak.

İngilizce, Recycle (Geri Dönüşüm), Reduce (Azalt) ve Reuse (Tekrar Kullan) kelimelerinin baş harflerinden döngüsel ekonomi kavramını tanımlamak için 3R adı verilen kavram oluşturulmuştur (Liu vd., 2017: 1315). Bu kavramları sırasıyla açıklamak gerekirse (Koçan vd., 2019: 537);

1. Recycle (Geri Dönüşüm): Kullanım ömrünü tamamlamış maddelerin geri dönüştürerek başka bir ürünün üretiminde hammadde olarak kullanması veya atık maddelerin geri kazanımının daha işlevsel hale getirilmesi sürecidir.
2. Reduce (Azalt): Üretim ve tüketim süreci sonrasında oluşan atıkların en aza indirgenmesi durumudur. Döngüsel ekonominin de birincil görevi bu işlevi yerine getirmektir.
3. Reuse (Yeniden Kullan): Tekrar kullanımı mümkün olan atıkların yenileme, tamir veya üretilecek başka bir ürünün üretiminde kısmen ya da tamamen kullanılması olarak ifade edilmektedir.

Döngüsel ekonomide üretilen her ürün, en temel bileşenlerine ayrılarak, üretime yeniden dâhil edilecek biçimde tasarlanmalıdır. Süreç parçalara ayırma, uyarlama ve yeniden kullanma için imal edilmiş nesnelere tasarımına odaklanmaktadır. Bu sisteme 'beşikten beşiğe' denilmektedir. Buradaki amaç hiçbir maddenin israf edilmemesi ve tekrar kullanılmasıdır. Bu sistemin doğru işleyebilmesi, ürünlerin üreticiye tekrar geri dönebilmesi için üretici, tüketici ve perakendeci arasında işbirliğinin sağlanması gerekmektedir (Can, 2019: 143).

Döngüsel Ekonominin Amaçları

Döngüsel ekonomi, birim başına çıktı da kullanılan enerji miktarının azaltılması ve ekonomide mevcut olan kıymetli kaynakların değerlendirilerek yeniden kazanım yoluyla yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinin hızlandırılmasını hedeflemektedir (Arthur, 2013: 26).

Döngüsel ekonomi bir ürünün tüketim ömrünün sonundaki dönüşüm çözümlerine dayanmaz aynı zamanda atıkların tasarımı ve yeni ürün üretimi sürecini izleyen değerler zincirine dayanır. Döngüsel ekonomi amaçları aşağıdaki hususları da içerebilir (Gedik, 2020: 28):

- Bir ürünün üretimi için gerekli madde miktarının azaltılması (Hafifletmek),
- Ürünlerin kullanım ömrünün uzatılması (Dayanıklılık),
- Üretim ve kullanım aşamalarında kullanılan malzeme ve enerji miktarının en aza indirilmesi (Verimlilik),
- Ürünlerde geri dönüşümü güç veya kritik malzeme kullanımının azaltılması (İkame),
- Geri dönüşümü sağlanmış ürünler için yeni pazarlar yaratmak,

- Yan ürünlerin israfının önlenmesi için faaliyetlerin kümelenmesini kolaylaştırmak (Endüstriyel Simbiyoz),
- Atık oranlarının düşürülmesi ve tüketiciler için yüksek kalitede ayrıştırılmayı özendirmek ve konu ile alakalı farkındalık oluşturmak (Commission, 2014: 4).

Döngüsel ekonomi yaklaşımının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için paydaşların sosyal eşitsizlik, atık azaltma, ekonomik fayda, çevresel yüklerin azaltılması, ürünlerin tekrar kullanımı hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Sosyal yenilikler, halkın bu konuyla ilgili eğitilmesi ve sosyal mecralardaki döngüsel ekonomi ile ilgili bilgilendirmeler bu girişiminin başarısı için şart bir durumdur (Winans vd., 2017: 830).

3. Döngüsel Ekonominin Önemli Bileşeni Geri Dönüşüm

Geri dönüşüm; üretim ve tüketim işlemleri sonucunda tekrar kullanılabilirliği mümkün atık maddelerin, türlü işlemler geçirilerek üretim sürecine tekrar eklenmesi olarak tanımlanmaktadır (TÜDAM, 2016: 5). Geri dönüşüm kavramı ilk defa II. Dünya Savaşı esnasında hammadde açığının karşılanması amacıyla ortaya çıkmıştır. Savaşta yer alan çoğu ülke savaş sonrası da geri dönüşüme katkıda bulunmak için çeşitli kampanyalar düzenlemiştir. Ülkeler bu durumu vatanseverlik örneği olarak düşünmüştür. Bu kapsamda Japonya metal maddelerin %98'i ve plastik şişelerin %72'sinin geri dönüşümü sağlanmıştır. Buna ek olarak elektronik materyal atıklarının yüzde 90'ı yeni alet ve edevat üretimi için hammadde olarak değerlendirmesi geri dönüşüme verilen önemi göstermektedir. Ancak geri dönüşüm kavramı dünya genelinde henüz tam anlamıyla yaygınlaşmamıştır. Dünya atıklarının yalnızca %30'luk kısmı geri dönüştürülebilmektedir (Chamlin & Gaillochet, 2010: 32).

Geri dönüşüm kaynakların etkin kullanılmasını, üretim ve tüketim sonucunda ortaya çıkan atıkların değerlendirilerek yeniden ekonomiye kazandırılmasını böylece çevresel sorunların en aza indirilmesini amaç edinmektedir (Ateş, 2020: 129).

Tablo 1. Seçili OECD Ülkeleri İçin Geri Dönüşüm Oranları (2020, %)

		En yüksek		En Düşük
Cam Atıkları	Belçika	96,9	Portekiz	52
Ahşap Atıkları	Danimarka	90,7	Hırvatistan	4,3
Metal Atıkları	Norveç	93,9	Avusturya	29,6
Kâğıt Atıkları	Hırvatistan	90,4	Fransa	21,4

Kaynak: Eurostat verileri yazar tarafından derlenmiştir.

Tablo 1’de analiz kapsamındaki seçili OECD ülkelerinde kullanılan dört temel atık türünün (cam atık, ahşap atık, metal atık ve kâğıt atık) en yüksek ve en düşük atık geri dönüşüm oranları yer almaktadır. Tablo 2020 yılı cam atık, ahşap atık, metal atık ve kâğıt atık dönüşüm oranları kullanılarak oluşturulmuştur. Buna göre, cam atık geri dönüşüm oranı en yüksek olan ülke Belçika’dır. Ahşap atıkta ise geri dönüşüm oranı en yüksek ülke Danimarka olurken en düşük 4,3 değerle Hırvatistan’dır. Kâğıt ve metal atık oranlarındaki geri dönüşüm oranları ise kâğıtta en yüksek ülke 90,4 ile Hırvatistan iken metal atık madde de en yüksek geri dönüşüm oranı 93,9 ile Norveç’tir. Metal atık geri dönüşüm oranının en düşük olduğu ülke ise 29,6 ile Avusturya’dır. Tablodan da görüleceği üzere, seçili OECD ülkeleri arasındaki geri dönüşüm oranlarında bir homojenlik söz konusu değildir.

4. Literatür

Üretim ve tüketimin hız kazanması döngüsel ekonomiye olan ilgiyi artırmıştır. Tek dünyamız olduğu ve kaynakların sınırlılığı göz önüne alındığında döngüsel ekonomi kavramının insan yaşamı için ne kadar önemli hale geldiği açıktır. Bu anlayış çerçevesinde döngüsel ekonomi ile ilgili çeşitli akademik çalışmaların hız kazanmasına ortam hazırlamıştır.

Cioaca (2018), çalışmasında AB’ye üye 28 ülkenin 2005-2016 yılları arası verileri temel alınarak ambalaj ve bio atık geri dönüşüm oranı, evsel atık geri dönüşüm oranı ve bu atıkların tekrar kullanımı için yapılan harcamaların GSYH’ye etkisi panel ekonometri analizi ile incelenmiştir. Sonuç olarak, atıkların geri dönüşümünün kaynak verimliliğini artırdığı ve atık geri dönüşümü için yapılan harcamalar ile ekonomik büyüme arasında doğrudan bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Vuta vd. (2018); çalışmasına göre, belediye temel atıkları, ambalaj atıkları ve biyolojik atıkların ekonomik büyüme üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Çalışma 2005-2016 yıllarını kapsamakta olup 28 Avrupa Birliği ülkesi üzerine gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak belediye atıklarındaki %1’lik artış kaynak verimliliğini 0.01307 artırmıştır. Ayrıca teknolojiye %1’lik artış GSYH’yi 0,159988 artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Busu ve Trica (2019); çalışmada döngüsel ekonomi göstergeleri üzerinden döngüsel malzeme kullanımı, işgücü verimliliği, kaynak verimliliği ve belediye atıklarının geri dönüşüm oranı temel alınarak ekonomik büyümeye etkisi analiz edilmiştir. Sonuç olarak döngüsel ekonominin kaynakların arzı etkinliğinin ekonomik büyüme ve sosyal yaşama katkı sağlayacağı yönündedir.

Busu (2019); çalışmasında 2008-2017 yılları arasında Avrupa Birliği ülkelerinin belediye atıklarının geri dönüşüm oranı ile yeşil enerji kullanımı arasındaki ilişkinin ekonomik büyümeye etkisi analiz edilmiştir. Sonuç olarak yenilenebilir enerji, çevresel istihdam, teknolojik yenilikler, geri dönüşüm oranı, kaynak verimliliği faktörleri ekonomik

büyümenin önemli bileşenleri olduğu sonucuna varılmıştır.

Apaydın (2020); çalışmasında OECD ülkeleri 2000-2017 yılları arasındaki veriler kullanılarak atıkların geri dönüştürülmesi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Sonuç olarak ekonomik büyüme ve atık değerlendirme ve şekillendirme yöntemleri arasında pozitif yönlü ilişki bulunmuştur.

Hysa vd. (2020); çalışmada AB ülkelerinin ekonomik büyümesinde döngüsel ekonomi ve sürdürülebilirliği destekleyen temel bileşenleri belirleyerek döngüsel ekonomi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın analiz kısmında panel veri analizi ve genelleştirilmiş momentleri ekonomik yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak ekonomik büyüme ile döngüsel ekonomi arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Utkulu ve Bilik (2020); çalışmalarında 27 AB ülkesinin atık yönetimi ve ekonomik büyüme ilişkisini Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) yöntemi ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak belediye atık maddelerinin geri dönüşüm oranı ile GSYH arasında doğru orantı mevcut olup birbirini etkilemektedir. Ayrıca yurtiçi malzeme kullanım oranı ile elektronik atık geri dönüşüm oranı da GSYH pozitif etki gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Androcineau, Kinnunen ve Georgescu (2021); çalışmada döngüsel ekonomi, ekonomik büyüme ve çevre konularını zaman serileri analizi yöntemi kullanarak incelemiştir. Analiz sonucunda, insani gelişim endeksi ile belediye atıkları geri dönüşüm oranı arasında güçlü korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, döngüsel ekonomi yönteminin Avusturya, Hollanda ve Almanya gibi Batı Avrupa ülkelerinde İskandinav ülkelerine göre daha etkin kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ateş (2021); çalışmasında AB üyesi 27 ülke grubuna 2008-2017 dönemi için kâğıt, plastik, metal, cam, elektronik, evsel, ambalaj, ahşap atıkların geri dönüşüm oranları değişkenleri ile GSYH arasındaki ilişki incelenmiştir. Sonuç olarak geri dönüşüm oranları ile GSYH arasında güçlü korelasyon bulunmuştur. Ancak analiz sonucuna göre, otomobil atık ve parçaları, plastik atık, ambalaj atıkları geri dönüşüm oranı ile GSYH arasında negatif korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır. Genel sonuç ise, geri dönüşümün GSYH’yi artırdığı yönündedir.

5. Yöntem, Veri Seti ve Modeller

Çalışmada seçili 13 OECD ülkesi Belçika, Almanya, Danimarka, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya, Lüksemburg, Avusturya, İsveç, Norveç, Hollanda, Portekiz ülkeleri ile analiz gerçekleştirilmiştir. Veriler EUROSTAT ve Word Bank internet sitesinden alınmıştır. Çalışmada veri aralığı 2000-2020 arası yıllık değerler esas alınarak incelenmiştir. Çalışmada GSYH (GDP) ile ahşap atık (LNAHS), cam atık (LNCAM), plastik atık (LNPLSTK), metal atık (LNMETAL), kâğıt atık ve karton atık (LNKK), ambalaj atık (LNAMB) geri dönüşüm oranları seçilmiş ve

GSYH ile atık değişim oranları değişkenleri arasındaki ilişki incelenmiştir.

Tablo 2. Değişkenlerin Tanımı

Değişken	Tanım	Kaynak
GDP	GSYH	Dünya Bankası
LNCAM	Cam Atık Geri Dönüşüm Oranı	Eurostat
LNMETAL	Metal Atık Geri Dönüşüm Oranı	Eurostat
LNAHS	Ahşap Atık Geri Dönüşüm Oranı	Eurostat
LNPLSTK	Plastik Atık Geri Dönüşüm Oranı	Eurostat
LNKK	Kağıt Atık Geri Dönüşüm Oranı	Eurostat
LNAMB	Ambalaj Atık Geri Dönüşüm Oranı	Eurostat

Çalışmanın amacı seçili OECD ülkelerde belirli atık hammaddelerin geri dönüşüm oranları ile GSYH arasındaki ilişkiyi incelemektir. Analiz için çalışmada Augmented Dickey-Fuller birim kök testi ile Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışma da yer verdiğimiz ekonometrik testlerin teorik içeriği yer almaktadır.

Çalışmanın analiz kısmında panel veri ekonometri yöntemi uygulandığı için panel birim kök testlerine başvurulmaktadır. Ekonomik yazında, panel veri analiz yöntemi çeşitli birim kök testleri içermektedir. Bunlardan ilki, birinci nesil birim kök testidir. Buna göre, birinci nesil birim kök testleri, verideki değişkenler (ülke, firma vb.) arasında yatay kesit bağımlılığı olmadığı varsayımına dayanmaktadır. İkinci nesil birim kök testleri ise kesitler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğunu varsaymaktadır. Ekonometrik analizde birim kök testlerinden hangisinin uygulanacağını belirlemek için değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının incelenmesi gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığının incelenmesi için dört farklı test kullanılmaktadır. Bunlar, Breusch-Pagan (1980) Lagrange Multiplier (LM), Pesaran (2004) Scaled LM, Baltagi, Feng ve Kao (2012) tarafından geliştirilen Bias-corrected scaled LM ve Pesaran (2004) CD (Cross-section Dependence) yatay kesit bağımlılığı testleridir.

Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Panel veri analizinde yatay kesit bağımlılığını analiz etmek için çeşitli testler uygulanmaktadır. Seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığının var olması veya olmaması durumu regresyondaki bulguları önemli ölçüde etkilemektedir (Pesaran, 2004: 435). Bu bağlamda yatay kesit bağımlılığının varlığının çeşitli yöntemlerle test edilmesi önem arz etmektedir. Yatay kesit bağımlılığının göz ardı edildiği uygulamalarda hatalı sonuçlar gözlenmektedir (Göçer vd., 2012: 456).

Yatay kesit bağımlılığı, panelin zaman boyutunun yatay kesit boyutundan büyük ($T > N$) ise, Breusch-Pagan (1980) Lagrange Multiplier (LM) testiyle; her ikisi de büyük olduğunda Pesaran (2004) Cross-Section Dependence (CD) testiyle incelenebilmektedir (Çırak, 2021: 824). Bu çalışmada 13 ülke ve 2000-2020 yıl arası 20 yıl olduğu için yani $T > N$, LM (Lagrange Multiplier) testi kullanılmıştır.

Bu testler, grup ortalaması sıfır ancak bireysel ortalama sıfırdan farklı bir değer olduğunda, sapmalı olmaktadır. LM (Lagrange Multiplier) test istatistiği aşağıdaki gibi formüle edilmektedir (Mercan, 2014: 235):

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (\widehat{P}_{ij}) \sim X^2 N(N-1)/2 \quad (1)$$

Bu istatistik daha sonra yapılan düzenlemeyle şu hale gelmiştir (Pesaran vd.2008).

$$LM_{adj} = \left(\frac{2}{N(N-1)} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left[\widehat{P}_{ij} \left(\frac{(T-K-1)\widehat{P}_{ij} - \mu_{Tij}}{\vartheta_{rij}} \right) \right] \sim N(0,1) \quad (2)$$

Burada μ_{rij} ortalamayı, ϑ_{rij} varyansı temsil etmektedir. buradan elde edilecek olan test istatistiği asimptotik olarak standart normal dağılım sergilemektedir.

Testin hipotezleri ise;

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Bu çalışmada, değişkenlerde ve eş bütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığının varlığı LM testi ile kontrol edilmiş ve Tablo 3'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3. Modelin Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

GDP	Breusch-Pagan LM	627.5612	45	0.0000
LNAHS	Breusch-Pagan LM	198.7178	45	0.0000
LNAMB	Breusch-Pagan LM	369.7062	45	0.0000
LNCAM	Breusch-Pagan LM	201.9931	45	0.0000
LNKK	Breusch-Pagan LM	279.9516	45	0.0000
LNMETAL	Breusch-Pagan LM	394.9079	45	0.0000
LNPLSTK	Breusch-Pagan LM	426.3767	45	0.0000

Not: *, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 3'deki sonuçlara göre, analizde kullanılan değişkenlere ve eş bütünleşme denkleminde ait olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğu için Breusch-Pagan LM testine göre H_0 hipotezi reddedilirken H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Serilerde ve eş bütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığının olduğuna karar verilmiştir. Yatay kesit bağımlılığı seriyi oluşturan birimler arasında korelasyonun varlığını ifade etmektedir. Yatay kesit bağımlılığının bulunması sebebiyle panel veri analizi uygulamadan önce yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testlerin kullanılması önem arz etmektedir. Çalışmada birim kök testi uygulanırken yatay kesit bağımlılığını dikkate alan eş

bütünleşme analizi yöntemleri uygulanmıştır. İkinci nesil birim kök testlerinden biri olan Pesaran (2007) panel birim kök testi (CIPS) testi ile verilerin durağanlıkları incelenmiştir. CIPS testi sonuçları aşağıdaki Tablo 4'te verilmiştir.

Table 4. Pesaran (2007) Panel Birim Kök Testi (CIPS)

Değişken	Trendsiz		Trendli	
	Zt-bar	Olasılık	Zt-bar	Olasılık
GDP	-2.699*	0.003	-1.772**	0.038
INCAM	-4.318*	0.000	-3.813*	0.000
LNMETAL	-5.214*	0.000	-3.327*	0.000
LNAHS	-3.760*	0.000	-2.581*	0.005
LNPLSTK	-3.819*	0.000	-2.891*	0.002
LNKK	-4.521 *	0.000	-2.960*	0.002
LNAMB	-4.185*	0.000	-3.614 *	0.000

Not: *, ** ve ***, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4'te yer alan CIPS panel birim kök testi bulgularına göre, serilerin hepsinin düzeyde durağan olduğu ve birim kök içermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle nedensellik analizi olan Engle&Granger nedensellik testi uygulanabilmektedir. Engle&Granger nedensellik testi değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelerken modelde yer alan tüm değişkenler aynı derecede durağan olduğunu varsaymaktadır. Veri setinde yer alan değişkenlerin farklı dereceden durağan olmaları durumunda Engle&Granger nedensellik testi uygulanmamaktadır (Tabane ve Kar, 2006: 167) Engle&Granger nedensellik testine ait sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Table 5. Engle&Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Gecikme Sayısı=1	F istatistik	Olasılık
GDP => LNAHS	0.765603	0.3816
GDP => LNAMB	0.000868	0.9765
GDP => LNCAM	1.363366	0.2430
GDP => LNKK	0.277350	0.5984
GDP => LNMETAL	0.065313	0.7983
GDP => LNPLSTK	0.204461	0.6511

Test sonuçlarında GSYH (GDP)'a ahşap atık, ambalaj atık, cam atık, karton ve kâğıt atık, metal atık ve plastik atık geri dönüşüm oranından etkilenmemekte ve değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir.

H_0 : Nedensellik yoktur.

H_1 : Nedensellik vardır.

Seçili atık geri dönüşüm oranı değişkenlerinden GSYH'n doğru nedensellik bulunmamaktadır. Ancak GSYH'den ahşap atık geri dönüşümünü etkilemekte ve aralarında tek yönlü nedensellik bulunmaktadır. Seçili OECD ülkeleri üzerine gerçekleştirdiğimiz sonuca göre, ülkelerin gelirinin artması ile atık geri dönüşüm arasında herhangi bir ilişkinin

olmadığı görülmüştür. Geri dönüşüm politikaları bu ülkeler de gelirden bağımsız sürdürülmektedir.

6. Sonuç

Çalışmanın ana amacı döngüsel ekonominin önemli parçası olan geri dönüşümün seçili OECD ülkelerinde plastik, kâğıt ve karton, metal, cam ve ambalaj atık geri dönüşüm oranı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

Çalışmanın literatür bölümünde benzer çalışmalara yer verilmiş ve detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çıkan sonuçlara göre, atık geri dönüşüm oranları ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu ortaya konmuştur. Ekonomik büyümenin gerçekleşmesinde atık yönetiminin etkisinin oldukça fazla olduğu çoğu ülkenin atık politikasına yönelik adımlarının ekonomik büyüme ve kalkınmaya katkı sağladığı yönünde olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Bu bulgular literatür kısmında incelenen çalışmalarla paralellik arz etmektedir. Çalışmanın ekonometrik analiz sonucuna göre ambalaj, plastik, kâğıt ve karton, metal ve cam gibi atıkların geri dönüşümünün GSYH üzerinde herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Çalışmanın teorik bölümünde döngüsel ekonomi ve geri dönüşüm kavramlarına yer verilmiştir. Seçili OECD ülkelerinde ülkelerin gelirlerinin artması geri dönüşüm arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. Geri dönüşüm politikaları bu ülkeler de gelirden bağımsız bir şekilde sürdürülmektedir. Döngüsel ekonomi konsepti uzun vadeli bir stratejidir. Bu stratejiyi hükümetler, bilim dünyası, firmaların kullanabileceği ortak bir mevzuatla gerçekleştirilmesi mümkündür.

Döngüsel ekonominin en önemli ayağı geri dönüşümdür. Üretim ve tüketim sonrasında atık halini alan maddeler geri dönüşüm yoluyla hem ekonomiye geri kazandırılmakta hem de çevre kirliliğini önleyerek daha yaşanılabilir dünya mirası sağlanmaktadır. Ayrıca bu maddelerin daha sonra başka bir malın üretiminde kullanılması ekonomik olarak israfın önüne geçilmesi yönünden önem arz etmektedir. Ülkeler doğal ve beşeri sermayenin korunması, sürdürülebilirliği ve geleceği için döngüsel ekonomi ve geri dönüşüm kavramlarına gereken önemin verilmesi adına vatandaşlarına çeşitli eğitimler vermelidir. Döngüsel ekonominin önemi hakkında gerek kamu spotu gerekse çeşitli teşviklerle üretici ve tüketiciler bilinçlendirilmelidir. Geri dönüşümle ilgili yatırımlar yapılmalı ve uluslararası organizasyonlarla konuya dikkat çekilmelidir. Ayrıca geri dönüşüm ve çevre duyarlılığını dikkate alan firmalar, üreticiler ödüllendirilerek kamuoyuna duyurulmalıdır. Tüm bu çalışmalar sonucunda üretim ve tüketim döngüsü yeniden şekillenecek ve maliyetler azalacak, çevre kirliliği oranlarında düşüşler yaşanacak ve bir yandan yeni istihdam imkânlarına ortam hazırlarken diğer yandan gelecek nesillere yaşanabilecek çevre mirası bırakılmış olacaktır.

Kaynakça

- Androniceanu, A., Kinnunen, J. ve Georgescu, I. (2021). Circular economy as a strategic option to promote sustainable economic growth and effective human development. *Journal of International Studies*, 14(1), 60-73.
- Apaydin, Ş. (2020). OECD Ülkelerinde atık yönetimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: bir panel kantil regresyon yaklaşımı. *Third Sector Social Economic Review*, 55(1), 300-312.
- 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.
- Busu, M. (2019). Adopting circular economy at the European Union level and its impact on economic growth. *Social Sciences*, 8(159), 1-12.
- Busu, M. ve Trica, C. L. (2019). Sustainability of circular economy indicators and their impact on economic growth of the European Union. *Sustainability*, 11(19), 1-13.
- Chamlin, P., ve Gailloch, C. (2010). 2009 world waste survey: from waste to resources. Paris: France: Economica Editions.
- Çırak, A. N. (2021). Almanya özelinde döngüsel ekonomi perspektifinden GSYH ve geri dönüşüm ilişkisi: zaman serileri analizi. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (4) , 816-836.
- Erdem, A. (2021). Döngüsel ekonomi kapsamında gsyih ile geri dönüşüm ilişkisi: avrupa birliği ülkeleri örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (67), 125-137.
- European Commission. (2014). Towards a circular economy: a zero waste programme for europe. (26.06.2023) <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf>.
- Ferhan, C. (2019). Sürdürülebilir kalkınmanın yeni boyutları. *Journal of Academic Value Studies*, 3(10), 138-146.
- Göçer, İ., Mercan, M. ve Hotunluoğlu, H. (2012). Seçilmiş OECD ülkelerinde cari işlemler açığının sürdürülebilirliği: yatay kesit bağımlılığı altında çoklu yapısal kırılmalı panel veri analizi. *Maliye Dergisi*, 163, 449-467.
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N. U. ve Laurenti, R. (2020). Circular economy innovation and environmental sustainability impact on economic growth: an integrated model for sustainable development. *Sustainability*, 12(4831), 1-16.
- Kirchherr, J. ve Piscicelli, L. (2019). Towards an education for the circular economy (ECE): Five teaching principles and a case study, *Resources, Conservation & Recycling*, 150, 104406.
- Koçan, A., Gültekin, DG ve Baştuğ, M. (2019). Yeni ekonomi ve iş modelleri: döngüsel ekonomi ve paylaşımın ekosistemleri. *Uluslararası Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresi*, 7-9.
- Kuşkaya, S. ve Bilgili, F. (2020). Atık enerji tüketimi ile sanayi üretimi ilişkisi: dalgacık uyumu modeli. İçinde: F. Sayın (Ed.) *Döngüsel Ekonomi Makro ve Mikro İncelemeler* (ss.209-232). İzmir: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Liu L., Liang Y., Song Q. ve Li J., (2017). A review of waste prevention through 3R under the concept of circular economy in China, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(4):1314-1323.
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 23-44.
- Melece, L. (2016). Döngüsel ekonomi ve yeşil ekonominin zorlukları ve fırsatları. *Kırsal Kalkınma Mühendisliği*, 25, 1162-1169.
- Mercan, M. (2014). Feldstein-horioka hipotezinin ab-15 ve türkiye ekonomisi için sınanması: yatay kesit bağımlılığı altında yapısal kırılmalı dinamik panel veri analizi, *Ege Akademik Bakış*, 14(2), 231-245.
- Murray, A., Skene, K., ve Haynes, K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics* 140(3), 369-380.
- Önder, H. (2018). Sürdürülebilir kalkınma anlayışında yeni bir kavram: döngüsel ekonomi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (57), 196-204.
- Pesaran, M.H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, 435.
- Peseran, M.H. (2006). A simple panel unit root test in the presence of crosssection dependency, *Cambridge Working Papers in Economics*, 0346.
- Sapmaz Veral, E. (2021). Döngüsel ekonomi: engeller, stratejiler ve iş modelleri. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 7-18.
- Taban, S. ve Kar, M. (2006). Beşeri sermaye ve ekonomik büyüme: nedensellik analizi, 1969-2001.
- Utkulu, U. ve Bilik, M. (2020). Atık yönetimi ve ekonomik büyüme: avrupa birliği için dinamik panel veri analiz bulguları., F. Sayın (Ed.) *Döngüsel Ekonomi Makro ve Mikro İncelemeler* (ss.181-204). İzmir: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Veral, E. S., ve Yiğitbaşıoğlu, H. (2018). Avrupa Birliği atık politikasında atık yönetiminden kaynak yönetimi yaklaşımına geçiş yönelimleri ve döngüsel ekonomi

- modeli. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 6(1), 1-19.
- Vuđa, M., Vuđa, M., Enciu, A., ve Cioacă, SI (2018). Döngüsel ekonominin AB ekonomik büyümesi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi. Amfiteyatro Ekonomik, 20 (48), 248-261.
- Winans, K., Kendall, A. ve Deng, H. (2017). The History and Current Applications of The Circular Economy Concept. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 68, 825-833.
- Yang Q. Z., Zhou J., ve Xu K., (2014). A 3r implementation framework to enable circular consumption in community, International Journal of Environmental Science and Development, 5(2):217-222.
- Yuan, Z., Bi, J. ve Moriguchi, Y. (2006). The circular economy: a new development strategy in China, Journal of Industrial Ecology, 10 (1-2), 4-8.
- Zink, T. ve Geyer, R. (2017). Circular economy rebound. Journal Of Industrial Ecology, 21(3), 593-601.