



Döngüsel Ekonomi Bileşenlerinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Panel Veri Analizi

The Effect of Circular Economy Components on Ecological Footprint: Panel Data Analysis

Servet Kapçak^a

^a Dr., Bağımsız Araştırmacı, Van/Türkiye, servet.kapcak@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-0397-9704 (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

MAKALE BİLGİSİ

ÖZ

Makale Türü

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

Döngüsel Ekonomi
Ekolojik Ayak İzi
Yenilenebilir Enerji Tüketimi
Ekonomik Büyüme

Geliş Tarihi: 25 Ocak 2024

Kabul Tarihi: 05 Nisan 2024

Bu çalışmada, döngüsel ekonominin bileşenlerinden olan geri dönüştürülebilir atık ticareti kullanılarak çevresel kalitenin ölçümü tahmin edilmeyi amaçlanmaktadır. Modelde, geri dönüştürülebilir atık ticareti, ekolojik ayak izi (çevresel kalite), ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. 16 AB üye ülke modele dahil edilerek, 2008-2021 dönemine ait yıllık veriler, genişletilmiş ortalama grup tahmincisi (AMG) yöntemiyle tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre, Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya ekonomilerinde döngüsel ekonomi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ekolojik ayak izi (çevresel kalite) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda, döngüsel ekonominin Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre, Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya gibi ülkelerde daha etkin kullanıldığını göstermektedir. Öte yandan İrlanda, Slovenya, Bulgaristan ve Macaristan gibi ülkelerde döngüsel ekonomi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ekolojik ayak izi (çevresel kalite) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmemiştir.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article Type

Research Article

Keywords

Circular Economy
Ecological Footprint
Renewable Energy Consumption
Economic Growth

Received: Jan, 25, 2024

Accepted: Apr, 05, 2024

In this study, it is aimed to estimate the measurement of environmental quality by using the recyclable waste trade, which is one of the components of the circular economy. Recyclable waste trade, ecological footprint (environmental quality), economic growth and renewable energy consumption variables were used in the model. By including 16 EU member countries in the model, annual data for the period 2008-2021 were estimated with the extended mean group estimator (AMG) method. According to the findings, circular economy, economic growth and renewable energy consumption were found to be statistically significant on ecological footprint (environmental quality) in the economies of Germany, the Netherlands, Poland, Finland, Denmark, Portugal, Switzerland, Greece, Spain, France, Croatia and Italy. These results show that circular economy is used more effectively in countries such as Germany, Netherlands, Poland, Finland, Denmark, Portugal, Switzerland, Greece, Spain, France, Croatia and Italy. On the other hand, circular economy, economic growth and renewable energy consumption were not found to be statistically significant on ecological footprint (environmental quality) in countries such as Ireland, Slovenia, Bulgaria and Hungary.

Extended Abstract

Aim: Human beings have been interacting with the environment since the first day they lived on earth until today. In general, he has tried to shape the environment in accordance with his own interests. This interaction has been shaped quite a lot in the transition to mechanization and mass production, which is defined as the industrial revolution. This situation leads to further deterioration of the environment.

Atıf/Cite as: Kapçak, S. (2023). Döngüsel Ekonomi Bileşenlerinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Panel Veri Analizi. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 8(1), 124-138.



Bu makale, [Creative Commons Atıf \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) lisansının hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir. / This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

With the growth of the global population, production and consumption tend to increase continuously. In parallel with the increasing amount of production and consumption, the amount of waste generated is increasing. Therefore, the main problem is to meet unlimited human needs with limited resources in the world.

As a result, recycling and waste management in the context of circular economy are attracting more and more attention. Circular economy is an approach that keeps waste such as secondary raw materials, energy sources and second-hand goods in the production process for a long time. Therefore, a circular economy that adopts waste reduction, recycling and reuse strategies can provide economic benefits.

The aim of this study is to examine the impact of circular economy on the ecological footprint. By including 16 EU member states in the model, the annual data for the period 2008-2021 is estimated using the extended average group estimator (AMG) method.

Method: As Pesaran and Smith point out, traditional methods such as fixed effects (FE), random effects (RE), and generalized moments methods (GMM) aim to solve the problem of fixed effect heterogeneity in panels with large N and small T. However, they produce inconsistent results because they do not take into account the endogeneity caused by heterogeneity. Thus, in cases where T is large, the Average Group Estimator (MG) developed by Pesaran and Smith gives consistent results. It allows intercepts, slopes and error variances to differ between groups.

In the international trade studies conducted on the circular economy approach, the basic gravity model has been used in general. however, a different method was used in this study.

16 EU member states (Germany, Netherlands, Poland, Finland, Denmark, Portugal, Switzerland, Greece, Spain, France, Croatia, Italy, Ireland, Slovenia, Bulgaria and Hungary) were investigated within the scope of the country. Based on the literature, the period 2008-2021 and the Extended Average Group Estimator (AMG) were used to investigate the impact of the circular economy model on the ecological footprint in all countries.

Finding: According to the findings, circular economy, economic growth and renewable energy consumption were found to be statistically significant on ecological footprint (environmental quality) in the economies of Germany, the Netherlands, Poland, Finland, Denmark, Portugal, Switzerland, Greece, Spain, France, Croatia and Italy. These results show that circular economy is used more effectively in countries such as Germany, Netherlands, Poland, Finland, Denmark, Portugal, Switzerland, Greece, Spain, France, Croatia and Italy. On the other hand, circular economy economic growth and renewable energy consumption were not found to be statistically significant on ecological footprint (environmental quality) in countries such as Ireland, Slovenia, Bulgaria and Hungary.

Conclusion: The concept of circular economy needs to be applied at local, national and international levels. Trade relations and common policies between the countries play an important role. The states want to meet the energy needs in a cheap and stable way and keep the ecological environment clean. For this reason, countries that lack energy and raw materials import waste. This situation facilitates the trust in the industry and the accessibility of raw materials. On the other hand, it will increase its competitiveness by creating new employment areas.

In line with these results, it has been shown in the analysis results that the technological and physical infrastructure is strong in the implementation of institutional and legal regulations in order to prevent developed countries from becoming a pollution haven. However, the statistically meaningless determination of the results in some countries shows that the circular economy model is not effective

It is assumed that the transition from a linear economy model to a circular economy can only be achieved in an environment where environmental awareness, strict controls, accountability,

transparency and other standards are in force. The necessary research center should be established to recognize the circular economy model and raise awareness. The social dimension should be investigated and serious studies can be encouraged in areas such as the ecological environment, growth and development. Consumption habits should change and platforms such as renting, repairing should be established to re-incorporate products into economic production processes. How to make resources more efficient in universities and research centers should be investigated.

1. Giriş

İnsanoğlunun yaşam şekli, iş hayatı ve tercihleri sürekli bir değişim ve gelişim içindedir. Bu değişim ve gelişime bağlı olarak nüfus artışı, üretim ve tüketimde artış eğilimi meydana gelmektedir. Üretim ve tüketim neticesinde ortaya çıkan atık miktarı sürekli bir artış göstermekte ve doğal kaynakların verimliliği insan ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden ekonominin temel prensiplerinden olan sınırlı kaynaklarla sınırsız insan ihtiyacını karşılamak sorunu, artan nüfus ve tüketim talebi ile birlikte yeni kaynaklara ulaşma ihtiyacı doğurmaktadır. Böylece yeni ekonomi modellerinin ortaya çıkmasına zemin oluşturmaktadır (Mukayyen Avcı, 2022: 171-172).

Sanayi devrimi sonrasında üretimin küreselleşmesiyle birlikte dünya genelinde gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler büyüme ve kalkınma yarışına girmiştir. Üretim ve tüketim ihtiyaçlarının artış göstermesiyle ortaya çıkan atıklar çevre sorunlarını gündeme getirmektedir (Bayramoğlu Yıldırım, 1995). Çevreye atılan sıvı, gaz, katı veya istenmeyen kimyasal maddeler depolama, aşınma, onarılma ve imha etme sonucunda yer altı sularını, okyanusları ve toprağı kirletmektedir. Öte yandan zararlı atıklar doğada uzun süre kalarak insan sağlığında kalıcı hasarlara sebep olmaktadır (O'Neil, 2002: 3).

Çalışmada, Avrupa Birliği 16 üye ülke (Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya, İrlanda, Slovenya, Bulgaristan ve Macaristan) üzerinde araştırma yapılarak döngüsel ekonomi bileşenlerinin (geri dönüştürülebilir hammadde ticareti) ekolojik ayak izini artırır mı? Azaltır mı? sorusundan yola çıkılarak genişletilmiş ortalama grup tahmincisiyle (AMG) incelenmesi amaçlanmaktadır. Literatüre incelemesinde genel olarak Ateş (2021) çalışmasında mevcut çalışmanın yöntemiyle aynı yöntemi kullanmıştır. Bir sonraki aşamada teorik çerçeve, konuyla ilgili literatür incelemesi, ekonometrik analiz sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Bulgular doğrultusunda sonuç ve değerlendirme yapılarak politika önerilerine yer verilmiştir.

2. Doğrusal Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi Modeli

Sanayi devrimiyle birlikte nüfus artışı, iklim değişikliği, çevresel bozulmalar, kentleşme, fosil yakıtların kullanımı ve salgın hastalıklar sürekli bir artış eğiliminde olmuştur. Sanayi devrimiyle kurulan kitle üretim tesisleri ve bu tesislerin enerji ihtiyacı fosil enerji kaynaklarından karşılanmaktaydı. Buna bağlı olarak küresel ısınma başta olmak üzere çevresel sorunları beraberinde getirmiştir. Dönemin Klasik iktisatçıları sınırsız kaynaklardan bahsederken; Keynesyen iktisatçılar ise kıt kaynaklardan, ekonomik büyümeden bahsedip, işsizliği kontrol altına almayı savunmaktadır. Bu noktandan devam eden üreticiler kendi çıkarlarını düşünerek çevre ve kaynak kullanımını dikkate almamış ve gereken önemi vermemişlerdir (Boyacıoğlu vd., 2023: 348).

Sanayi devrimiyle başlamış ve küresel ekonomi modeli haline gelen doğrusal ekonomi ya da al-yap-kullan-at modeli büyüme odaklı olup sınırsız insan ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmıştır. Kaynakların verimsiz kullanımı ve üretim sürecinde atığa dönüştüğü bu sistem, doğal kaynakların mevcut, yeterli, kolay erişilebilir ve atık olarak son bulmasının ucuz ve sorunsuz olduğu varsayımına dayanmaktadır. Üretim ve tüketim modellerinin artık yeterli olmadığı yaygın olarak kabul görmektedir (Steffen vd., 2015).

1968' lerde, bir grup araştırmacı Roma Akademisinde toplanmıştır. Toplantının amacı, insanlığın geleceğini tehdit eden sorunları tartışmak ve çözüm üretmekti. Roma Kulübü üyelerine göre, insanlığın karşısında bulunduğu temel sorunların birbiriyle etkileşim içinde olduğu, bu sorunların geleneksel yöntemlerle çözülmeyeceğini ve hükümet politikalarının olanaksız kaldığını ileri sürmüşlerdir (Meadows vd., 1972). Yapılan ilk toplantı neticesinde *"İnsanlığı Tehdit Eden Sorunlar Projesi"* ortaya çıkmıştır. Bu projenin temel amacı; tüm insanlığı mutsuz eden, yoksulluk, fakirlik, çevre kirliliği, çarpık kentleşme, iş güvensizliği, işsizlik gibi faktörlerin ekolojik sistemi bozmakta olup, günümüzün geleneksel ekonomik sistemlerin insan ihtiyacını karşılamakta yetersiz kaldığı ve bu krizlere cevap veremediği anlaşılmıştır (Koçan vd., 2019: 529).

Son yıllarda dünya çapında dikkatleri üzerine çeken yeni bir kavram ve model olan *"Döngüsel Ekonomi Modeli"* literatürde ün kazanmıştır (Ghisellin vd., 2016: 11). Doğrusal ekonomi modeline alternatif olarak çıkan döngüsel ekonomi kavramı, ilk defa Pearce ve Turner isimli iki İngiliz araştırmacı tarafından ortaya atılmıştır (Su, vd., 2013: 215). Döngüsel ekonominin geçmişi 1960'lı yıllara dayanmaktadır. Aslında çevresel bozulmaların, sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın hız kazandığı dönemdir. Ancak daha önceleri de çevresel bozulmalar vardı bu dönemlerde ülkelerin kalkınma ve büyüme yarışına girmesiyle birlikte bu süreç çevresel tahribatın hızlanmasına sebep olmuştur. Küreselleşmeyle rekabetin artış göstermesi çevre bozulması günümüze kadar süregelmektedir. Çevrenin bozulması farkındalığı artırmış, uluslararası alanda çevreci politikalarda yeni uygulamaların çözüm arayışları önemli ölçüde hız kazanmıştır. Politika yapıcılar ve araştırmacılar çevre üzerinde oluşan bu ağır yükü en aza indirmek için döngüsel ekonomiye geçiş evresinin temelini ortaya koymaktadırlar. Döngüsel ekonomi, çevreyi kollayan, kaynakların kullanımını azaltan ve girdileri azaltarak atık üretimini en aza indirmeyi amaçlayan bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır (Yılmaz, 2019: 61).

Döngüsel ekonomi en temel haliyle sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen ve çevre kaynaklarının korunmasını dengeleyen bir gelişim sürecidir. Döngüsel ekonomi birbirine benzer iki fikirden meydana gelmektedir: *"kapalı ekonomi"* ve *"yeniden tasarlanmak için tasarım"* ile düşük enerji tüketimi ve az çevresel atık gibi özellikleri içermektedir. Bu yeni yaklaşım çevre ve sürdürülebilir kalkınmanın temelini oluşturan bütünsel bir süreci olan, enerji ve doğal kaynakları verimli kullanan temiz bir üretim süreci olarak tanımlanmaktadır (Murray, 2017).

Birçok Avrupa ülkeleri döngüsel ekonomi modelini benimsemiş ve halı hazırda bu yeni modeli uygulamaya başlamışlardır. Almanya, Hollanda, Finlandiya ve Polonya gibi ülkeler bu yeni ekonomi yaklaşımını iyi uygulayan devletlerin başında gelmektedirler. Ayrıca Polonya hükümeti 2016 yılında döngüsel ekonomi modelinin prensiplerini ulusal ekonomide uygulanması için önemli çalışmalara başlamıştır (Smol vd., 2018: 2). Diğer taraftan 2008 yılında Çin döngüsel ekonomi modelini kendi yasalarına koyarak ulusal politika aracı olarak kullanmaktadır. Japonya, ABD ve bazı diğer ülkeler bu yeni yaklaşımı çevresel ve atık politika aracı olarak belirlemiş durumdadır. Tabii ki buradaki nihai amaç, döngüsel ekonomiyi desteklemek ve ekonomik büyüme ile çevresel baskı arasındaki ilişkinin ayrıştırılmasıdır. (Ghisellin vd., 2016: 11). Döngüsel ekonomi modeli Türkiye için yakın zamanda önemli konular arasında yerini almaktadır. Avrupa Birliği ile önemli ticaret ortaklığı bulunmaktadır. Bu nedenle yaşanan gelişmelerin ve yapılan değişikliklerin önemli sonuçları olacaktır (Sapmaz Meral, 2021:8).

Pandeminin etkisi, iklim değişikliği, kuraklıklar ve AB'nin Yeşil Mutabakatı zorunlu tutması nedeniyle bu kavram, 2021 yılının başından itibaren Türkiye'de oldukça gündemde yerini almıştır. Türkiye'de Döngüsel ekonomi, 2019 yılından itibaren sürdürülebilirlik adı altında uygulanmaya başlanmış ve çalışmalarını destekleyen kuruluşlarda bulunmaktadır. Bunlar: Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu ve Döngüsel Ekonomi Kooperatifidir. Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu; döngüsel ekonomiye geçişlerini gerçekten hızlandırmak isteyen şirketler için eğitim, finansal fırsatlar ve danışmanlık hizmetleri vermektedir. Döngüsel Ekonomi Kooperatifi ise tarım, gıda, enerji, tekstil, su gibi alanlar başta olmak üzere döngüsel ekonomi modelinin uygulanması

sonucunda verimli ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının, özellikle Türkiye olmak üzere tüm dünyada yaygınlaşmasının sağlanması için çalışmaktadır (Balbay vd., 2019: 565).

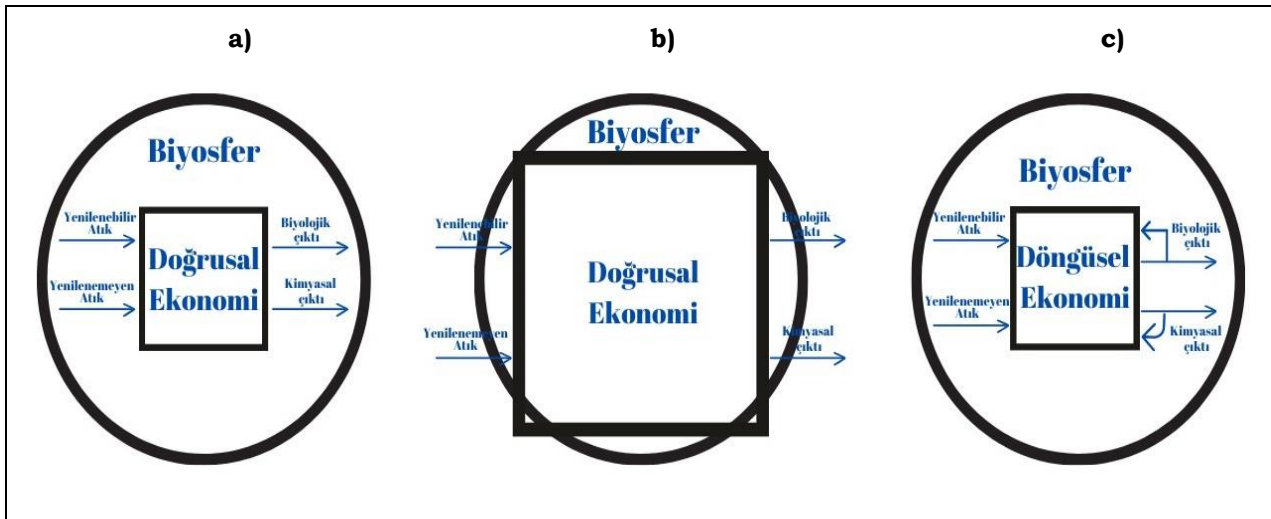
Döngüsel ekonomi üretim ve tüketim açısından geleneksel ekonomik model olan doğrusal ekonomi modelden ayrılmaktadır. Recycle (Dönüşüm), Reuse (yeniden kullanım) ve Reduce (azaltma) olarak 3R kuralı yürütülmektedir (Liu vd., 2017:1315). 3R kuralı döngüsel ekonominin dayanağı olarak kabul görülmektedir. Kavramlar şu şekilde tanımlanmaktadır.

- Geri dönüşüm (Recycle): Üretim veya tüketim sürecine giren malzeme miktarı, mümkün olduğunca azaltılmalı ve yeterli düzeyde en düşük seviyede tutulmalıdır
- Yeniden kullanım (Reuse): Atıkları, tamir ederek ve yeniden kullanarak ürünlerin ömrünü uzatmak olmalıdır.
- Azaltma (Reduce): Üretim ve tüketim aşamalarında atık miktarını azaltmak için atıklar basitçe kullanılabilir kaynaklara dönüştürülmelidir.

3 R kuralı döngüsel ekonomiye geçişte önemli aşamalardır. Ancak Lankester (2018) döngüsel ekonomiye geçişte 9R ((0)Refuse (redetmek), 1)Retink (yeniden düşünmek), 2) Reduce (azaltmak),4) Reuse (yeniden kullanmak), 5) Repair (tamir etmek), 6) Refurbish (yenilemek), 7) Remanufacture (yeniden üretmek), Repurpose (başka amaca uygunluk), 8)Recycle (geri dönüşüm), 9) Recover (iyileştirme)) modelini önermiştir. Doğrusal ekonomi modelinden döngüsel ekonomi modeline geçişte bu dokuz unsurdan oluşmaktadır (Özsoy, 2018:136).

İlk olarak kullanılan doğrusal ekonomi modelinin zaman içinde biyosferin temel ihtiyaçlarını karşılamayıp yerini döngüsel ekonomi modeline bıraktığı Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: Doğrusal Ve Döngüsel Ekonomi Modeli İle Biyosfer İlişkisi



Kaynak : (Suárez-Eiroa vd., 2019: 956)

Şekil 1’de doğrusal ekonomi ve biyosfer ilişkisi gösterilmiştir. Doğrusal ekonomi modelinin uygulandığı süre zarfında, a) şeklinde biyosferin (tüm canlıların yaşadığı ana kütle) doğrusal ekonomiyi kapsadığı görülmektedir. Şekil b) doğrusal ekonomi zamanla biyosferin üretim sürecinde ortaya çıkardığı atıkları ve emisyonları yok etme kapasitesini aşıyor ve yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden doğrusal ekonomi, biyosfer çemberinin dışına taşımaktadır. Şekil c)’de ise yeni ekonomi modeli olan döngüsel ekonomini biyosferin ortaya çıkardığı atıkları karşılamakla birlikte, sürdürülebilir kalkınmanın devamı ve ekolojik zincirin bozulmaması için ortaya çıkan atıkların yenide üretim sürecine kazandırmaktadır (Suárez-Eiroa vd., 2019: 956).

3. Ekolojik Ayak İzi

İnsanoğlu doğanın ayrılmaz bir parçasıdır. Sürekli çevre ile etkileşim içindedir. Bu etkileşim insana başlangıçta fayda sağlarken, zaman geçtikçe artan nüfus artışı ve insan ihtiyaçları doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmuştur. Böylece çevre bozulması ve kaynaklar dünya gündemini meşgul etmektedir. Toplumlarda bulunan her kişinin dünya üzerinde önemli ölçüde bir etkisi bulunmaktadır. Bu etki çevre üzerinde olumsuz bir baskı oluşturmaktadır (Karakayacı ve Tülüoğlu, 2022: 278).

Çevre kalitesini ölçen ve kirlilik göstergesi olarak birçok faktör bulunmaktadır. Ancak daha önce çalışmalarda karbon emisyonları kullanırken, son yıllarda karbon emisyonları yerine daha kapsamlı ve güvenilir olan ekolojik ayak izi göstergesi literatürde yerini almıştır. Orman, tarım, balıkçılık, yapılaşmamış alan, otlak ve karbon tutma gibi unsurlar ekolojik ayak izinin bileşenlerini oluşturmaktadır (Özbek, 2023: 125). Ekolojik izi kavramı, Wackernagel ve Rees (1996) tarafından literatüre kazandırılmıştır (Charfeddine ve Mrabet, 2017:144). Ekolojik ayak izi, insan nüfusunun yaşamının sürekliliğini sağlamak ve bu koşulların yaşamın sürekliliğini ne kadarını karşıladığı, insanların yaşama alanı olan biyosferdeki taleplerinin biyosferin dahilinde kalıp kalmadığını ölçen geniş bir göstergedir (Kitzes vd., 2008). Doğayı Koruma Vakfı'nın 2016 raporunda, insan faaliyetlerinin sonucunda tükettiği tüm kaynakların neticesinde ortaya çıkan atık miktarının yok edilmesi, saklandığı biyolojik alan olarak verimli toprak ve su alanlarının bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir (Wackernagel ve Rees 1996).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi faktörleri geleneksel ekonomi modelleri dikkate almamışlardır. Bu yüzden zaman geçtikçe insanoğlunun talepleri ekolojik denge üzerinde baskı oluşturduğunda bu modeller ciddi eleştirilere maruz kalmışlardır. Küreleşmeyle birlikte ülkelerin büyüme ve kalkınma yarışına girmesi ekolojik zinciri bozarak fonksiyonlarını azaltmaktadır. Zengin bir büyüme için üretim ve tüketim artmıştır. Bu doğrultuda, çevrenin insanoğluna sağladığı temiz ve faydalı doğal kaynakların miktarı günden güne azalış göstermektedir. Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve diğer makro ekonomik göstergeler analiz edilirken çevrenin göz ardı edilmesi literatürde büyük eksiklik oluşturmaktadır (Kapçak, 2022: 138). Diğer taraftan liberal ekonomi politikalarının yıkıcı ve yoksullaştırıcı etkisi ekolojik ayak izi kavramının farkındalığını artırmakta ve literatüre yeni bir katkı sağlamaktadır (Akıllı vd., 2008: 4). Gelecek nesillerin var olan doğal kaynaklarını tüketmeden ve israf etmeden sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek, kalkınmanın önemini ortaya koymaktır. Tüm ülkelerin hedefi sürdürülebilir bir kalkınma sürecine ulaşmaktır. Bu durum sadece gelişmiş ülkelerin birincil hedefi değil aynı zamanda çok gelişmekte olan ve genç piyasal içinde birincil hedef taşımaktadır. Kalkınma hedefini yerine getirirken çevrenin dengesini bozmak ve tüm canlıların yaşam alanını tahrip etmek, ülke üzerinde büyük maliyetler oluşturabilir. Bu yüzden planlı bir sürdürülebilir kalkınma temel ihtiyaçtır. İnsanı kalkınmışlığı az olan toplumlar, sömürü anlayışı ve sınırsız tüketim hırsına neden olarak ekolojik çevrenin daha fazla zarar görmesine sebep olmaktadır (Pata vd., 2021).

İnsanların yaşamsal faaliyetlerin devam edebilmesi için gerekli tüm ihtiyaçlarının karşılanmasında ekolojik ayak izi imkan sunmaktadır. Ekolojik ayak izi sadece insanlar için ölçülmemektedir aynı zamanda ülkeler için de bir ölçüm kriteri olarak değerlendirilmektedir. Bu durum hektar olarak hesaplanmaktadır. Böylece mevcut durumun sınırsız insan ihtiyaçlarını karşılamada ne kadar alana ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir. Dünyanın kendini yenilemekten daha fazla kaynak tüketimi gerçekleşmektedir. Bundan dolayıdır ki, hem yeni kaynaklara hemde döngüsel ekonomi modeli gibi yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Shirinov, 2021: 28). 1978 yılında T. Malthus ortaya koyduğu fikirlerinden günümüze kadar, yaşam alanı olan gezegenin tehlike içinde olduğu ve nüfusun taşıma kapasitesinin çok üzerinde arttığı sorununa dikkat çekilmektedir (Akıllı vd., 2008: 5).

İnsanoğlunun talebi sürekli devam etmektedir. Bu yüzden talepler mevcut doğal kaynaklardan tedarik edilmektedir. Bu kaynakların sürekli ve aşırı tüketilmesi ve doğal kapasitenin

kendini yenileme hızından fazla olması ekolojik açık oluşturmaktadır. Bu durum insanlığın geleceğini tehdit etmekte olup, ekolojik zinciri bozmaktadır. Dünya nüfusunun büyük çoğunluğu ekolojik açığı bulunan ülkelerde yaşamlarını sürdürmektedir (Danish vd., 2020:2). Dolayısıyla ekolojik açığı azaltmak ve insanların ekolojik dengeyi bozmaması için ciddi önlemler alınması gerekmektedir

4. Literatür İncelemesi

Literatürde yeni bir model olan döngüsel ekonomi, Seyhan (2023) çalışmasında 27 AB üye ülkeleri MEREC ve MARCOS yöntemiyle araştırmıştır. Araştırmada, malzeme ayak izi, kaynak üretkenliği, tüketim ayak izi, malzeme ithalat bağımlılığı, geri dönüştürülebilir hammadde ticareti ve üretim faaliyetlerinden kaynaklanan karbon emisyonları gibi değişkenler kullanılmıştır. Bulgulara göre, bazı AB ülkeleri döngüsel ekonomiye geçişte hızlıken, bazılarında ise bu geçişin daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan döngüsel ekonomi performansı yüksek olan Hollanda, Almanya, Fransa ve İspanya; en düşük performansla sahip ülkeler ise, Lüksemburg, Finlandiya, Malta, Kıbrıs ve Estonya olduğu tespit edilmiştir.

Döngüsel ekonomi modeli çerçevesinde Mukeyen Avcı (2022) çalışmasında Türkiye'nin atık ithalatında önemli rol oynayan faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Çekim modeli ve 2006-2020 dönemine ait verileri kullanılarak, Türkiye'nin ticaret ortağı 63 ülkeyi analiz etmiştir. Bulgular neticesinde, atık ihracatçısı ülkenin gelir düzeyi ve nüfusu Türkiye'nin atık ithalatını etkilediği sonucu tespit edilmiştir. Ancak mesafe Türkiye'nin atık ithalatını negatif etkilemektedir.

Ugalde ve Hernandez (2021) çalışmalarında çekim modeli kullanarak 2018 yılında Kosta Rika'nın 47 ülke ile ticarete katılmasını etkileyen belirleyicileri araştırmışlardır. Bulgulara göre, ithalatçı ülkelerin, Gayrisafi Yurtiçi Hasılası, nüfus büyüklüğü, hizmet sektörlerinin GSYİH açısından büyüklüğünün yanı sıra çevresel performanslarının hepsinin önemli belirleyiciler olduğu belirlenmiştir.

Döngüsel ekonomi modelinin alt bileşenlerinden olan geri dönüşüm kavramını 30 ülke için 2008-2018 dönemine ait zaman serisi verilerini kullanan Ateş (2021), çalışmasında panel veri yöntemi kullanmıştır. Bağımlı değişken ekonomik büyüme, bağımsız değişkenler ise, geri dönüşüm oranları olan elektronik, evsel, ambalaj, plastik, kağıt, metal, cam, eski otomobil aksanları ve odun atıkları bileşenlerine yer verilmiştir. Bulgular, plastik ve eski otomobil aksanları ekonomik büyümeyi negatif, diğer bileşenler ise pozitif etkilediğini göstermiştir.

Döngüsel ekonomi adlı çalışmasında 28 AB üye ülkelerinin döngüsel ekonomiye ulaşma çabasını ele alan Marino ve Pariso (2020), AB üye ülkelerinin 2006-2016 yıllarına ait performansını araştırmışlardır. Çalışmada, üretilen belediye atıkları, üretilen gıda atıkları, belediye atık geri dönüşüm oranları, evsel malzeme tüketimleri, üretilen malzemelerin yeniden kullanma oranı ve geri dönüştürülebilir hammadde ticareti bileşenleri kullanılmıştır. Bulgular, döngüsel ekonomik modeline geçiş evresinde hükümetlerin ciddi politikaları hayata geçirmesi gerektiğini göstermektedir. Ancak bazı ülkelerin farklı stratejiler izlemesinden dolayı döngüsel ekonominin zorluklarıyla karşılaştığı belirtilmiştir.

Gedik (2020) çalışmasında döngüsel ekonominin çevre dostu aynı zamanda enerji, doğal kaynakları korumak ve kirlilik oluşumunu azaltmak gibi avantajlarının olduğunu belirtmektedir.

Sverko Grdic vd. (2020) çalışmalarında AB üye ülkelerin ekonomik büyüme, çevre ve döngüsel ekonomi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, GSYİH'nın bağımsız değişken, bağımlı değişkenlerin ise kişi başına belediye atık üretimi, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, ambalaj türüne göre ambalaj atıklarının geri dönüşüm oranı olduğu belirlenmiştir. Bulgulara göre, döngüsel ekonominin (başına belediye atık üretimi, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, ambalaj türüne

göre ambalaj atıklarının geri dönüşüm oranı) doğal kaynakların kullanımını azaltırken, çevrenin korunmasını sağladığı tespit edilmiştir.

Akhtar vd.,(2022) çalışmalarında Çin örneğini ele almışlardır. Döngüsel ekonominin 1975-2020 dönemi için ülkenin çevresel sürdürülebilirlik gündemindeki rolünü analiz etmek için endüstriyel ekoloji, enerji verimliliği ve atık geri dönüşüm teknolojisi faktörleri kullanılmıştır. Bulgulara göre, atık geri dönüşüm teknolojisi ve daha temiz üretim, hem kısa hem de uzun vadede ekolojik ayak izi (çevresel kaliteyi) önemli ölçüde artırdığı bulunmuştur.

Diğer taraftan yenilenebilir enerji tüketimi, kısa vadede ekolojik ayak izini artırırken, uzun vadede azalttığı tespit edilmiştir. AB ekonomilerin döngüsel ekonomiye geçişlerinde ne gibi ekonomik ve çevresel etkilerin olduğunu inceleyen Ellen MacArthur Foundation (2015) çalışmasında, AB 2030 hedeflerine ulaşması esnasında AB gelirinin %7, kaynak verimliliği ise %3 artacağı tahmin edilmiştir. Karbon emisyonlarının 2030 yılında %48, 2050 yılında ise %50 oranında azalacağı tahmin edilmiştir.

Higashida ve Managi (2014) çalışmalarında hem ihracatçı hem de ithalatçı ülkelerde geri dönüştürülebilir atık ticaretini etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Modelde,1995-2011 dönemine ait yıllık veriler ve çekim modeli kullanılmıştır. İthalatçı bir ülkenin ücreti, kişi başına GSYİH'sı ve nüfusu ne kadar yüksek olursa, o kadar fazla geri dönüştürülebilir atık ithal ettiğini göstermektedir. Bu sonuç, malzeme talebi ve geri dönüştürülebilir atıkların ithalat hacmi üzerinde güçlü etkileri olduğunu göstermektedir. Bu durum, gelişmekte olan bir ülkenin gelişmiş ülkelerden ithalatının, genişleyen sanayi faaliyeti ve ekonomik büyüme ile arttığı anlamına geldiği ifade etmektedir.

Mevcut çalışmanın daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak hem farklı bir yöntem kullanılmış hemde çevresel gösterge olarak karbon emisyonundan daha geniş anlam ifade eden ekolojik ayak izi değişkeni kullanılmıştır. Döngüsel ekonomi ile ekolojik ayak izi ilişkisini inceleyen çalışma yok denecek kadar az bulunmaktadır. Bu yüzden çalışmada çevresel gösterge olarak ekolojik ayak izi faktörünün kullanılması önceki çalışmalardan önemli bir farklılık oluşturmaktadır. Seyhan (2023) ve MacArthur Foundation (2015) çevresel gösterge olarak karbon emisyonlarını, Akhtar vd.,(2022) ise ekolojik ayak izi çalışmalarında kullanmışlardır. Diğer çalışmalarda ise genel olarak ülkelerin karşılıklı ticaretinin belirleyicileri üzerinde analizler yapılmış ve bu ticaretin çevreye olan etkisinden bahsedilmiştir.

5. Model, Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada, 16 AB üye ülkeleri için 2008-2021 dönemi ait yıllık verilerin kullanıldığı 16 (N) ve 14 (T) olmak üzere toplam 224 gözlem ile genişletilmiş ortalama grup tahmincisi (AMG) yaklaşımıyla tahmin edilmektedir. Döngüsel ekonomi yaklaşımı yeni bir model olmasından dolayı veri tedarikinde zorluklar yaşanmaktadır. Bu yüzden, model 16 ülke ile sınırlı tutulmuştur. Modelde döngüsel ekonomi (geri dönüştürülen hammadde ticareti, GDHT), ekolojik ayak izi (EFT), gayri safi yurt içi hasıla (GDP) ve yenilenebilir enerji tüketimi (REN) değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenler ile ilgili bilgi Tablo 1'de ayrıntılı gösterilmiştir.

Tablo 1: Değişkenlerin Tanıtılması

Değişkenler	Tanım	Kısaltmalar	Bağımlı/Bağımsız Değişken	Kaynak
Ekolojik Ayak İzi	Kişi Başı Ekolojik Ayak İzi	EFT	Bağımlı Değişken	Global Footprint Network
Döngüsel Ekonomi	Geri Dönüştürülmüş Hammadde Ticareti (Ton)	GDHT	Ana Bağımsız Değişken	Circular Economy Earth
Gayri Safi Yurt içi Hâsıla	Kişi Başı Yıllık Gelir (2015 Dolar)	GDP	Açıklayıcı Bağımsız Değişken	World Bank
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Toplam Enerji İçindeki %	REN	Açıklayıcı Bağımsız Değişken	World Bank

Not: Tablo yazar tarafından hazırlanmıştır

Ülkeler, döngüsel ekonominin sürdürülebilir büyüme- kalkınma ve ekolojik çevreye katkı sağlayacağını düşünmektedirler. Döngüsel ekonominin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini incelenmesi 16 Avrupa Birliği ülkesi (Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya, İrlanda, Slovenya, Bulgaristan ve Macaristan) kapsamında araştırılmıştır. Ülkelere ait tüm değişkenlerin tahmin modeli 1 no'lu denklemde gösterilmiştir.

$$EFT_{it} = \alpha_{it} + \beta_2 GDHT_{it} + \beta_3 GDP_{it} + \beta_4 REN_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

α_{it} ve μ_{it} terimlerini sırasıyla sabit sayı ve hata terimlerini temsil etmektedir. Her ülkenin değişkenleri zaman serisi verilerini temsil ettiğinden dengeli panel yöntemi kullanılmıştır. Panel veri seti analizini güvenilir işlenmesi için bazı hazır varsayımlar yardımıyla güvenilirliklerinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu varsayımların birisi de kısıtlı ve kısıtsız model tercihi yapılmasıdır. Kısıtlı ve kısıtsız modelin uygulanabilmesi için temel homojenlik testleri uygulanmaktadır. Literatürde birçok homojenlik testi bulunmaktadır. Ancak bu analizde Swamy'nin S testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre, test istatistiği (χ^2) 3506.05, olasılık değeri 0.0000 tespit edilmiştir. H_0 hipotezi reddedilerek değişkenlerin katsayıları heterojen oldukları bulunmuştur.

Dolayısıyla sonraki aşamalar için heterojen paneller için literatürde kullanılan tahmin yöntemleri ile analize devam edilecektir. Heterojen panel analizlerinde değişkenlerin korelasyon bağı önem taşımaktadır. Korelasyon ilişkisi Pesaran CD testi analiz edilmiştir (Pesaran, 2004). Pesaran CD test analiz denklemi 2 no'lu modelde gösterilmiştir.

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

$d=(N(N-1)/2)$ serbestlik derecesine (χ^2) dağılımına sahip test istatistiği, mevcut kritik değerden büyük olması halinde birimler arasında korelasyonun varlığı olduğunu göstermektedir. Test istatistiği 29.205, olasılık değeri 0.0000 bulunmuştur. Sonuç olarak H_0 hipotezi reddedilerek birimler arası korelasyon varlığına rastlanılmıştır.

5.1. Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi (AMG)

Pesaran ve Smith'in belirttiği gibi, sabit etkiler (FE), rastgele etkiler (RE) ve genelleştirilmiş momentler yöntemleri (GMM) gibi geleneksel yöntemler, büyük N ve küçük T'li panellerde sabit etki heterojenliği sorununu gidermeyi amaçlamaktadır. Ancak bununla birlikte, heterojenliğin neden olduğu endojenliği hesaba katmadıkları için tutarsız sonuçlar üretmektedirler. Böylece T'nin büyük olduğu durumlarda Pesaran ve Smith tarafından geliştirilen Ortalama Grup Tahmincisi (MG) tutarlı sonuçlar vermektedir. Kesişmelerin, eğimlerin ve hata varyanslarının gruplar arasında farklılık göstermesine izin vermektedir. Her grup için ayrı bir modele uyarlanmış ve katsayıların aritmetik ortalamasını almaktadır. Zaman serisi boyutu yeterince uzunsa, MG tahmincisi tutarlı tahminler üretir. AMG tahmincisi, Eberhardt ve Bond (2009), Eberhardt ve Teal (2010) tarafından, Pesaran'ın Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup Tahmincisi (CCEMG)'ne alternatif olarak türetilmiştir. Bu yüzden güvenilir ve tutarlı sonuçlar veren bu tahminci çalışmamıza uygun olarak seçilmiştir (Eberhardt ve Bond, 2009). AMG tahmin edilen denklemi 3 no'lu modelde gösterilmiştir.

$$\hat{a}_{AMG} = N^{-1} \sum_i \hat{a}_i \quad (3)$$

Monte Carlo deneyleri ile çok nitelikli performans gösteren AMG tahmincisi ile CCE tahmincisi literatürde önemli ampirik çalışmalara ışık tutmaktadır.

5.2. Bulgular

Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya, İrlanda, Slovenya, Bulgaristan ve Macaristan olmak üzere toplam 16 AB üye ülkelerin değişkenleri ve 2008-2021 dönemine ait veriler genişletilmiş ortalama grup tahmincisi (AMG) yaklaşımıyla elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur

Tablo 2: Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi (AMG) Test Sonuçları
Bağımlı Değişken: Ekolojik Ayak İzi (EFT)

Değişkenler\Ülkeler	C	GDHT	GDP	REN
Almanya	5.625 (0.000 ^{***})	-0.145 (0.000 ^{***})	-0.012 (0.005 ^{***})	-0.262 (0.000 ^{***})
Hollanda	8.4041 (0.000 ^{***})	-0.253 (0.000 ^{***})	-0.102 (0.001 ^{***})	-0.009 (0.000 ^{***})
Polonya	7.582 (0.000 ^{***})	-0.036 (0.005 ^{***})	-0.015 (0.000 ^{***})	-0.193 (0.005 ^{***})
Finlandiya	5.562 (0.000 ^{***})	-0.012 (0.000 ^{***})	-0.002 (0.001 ^{***})	-0.150 (0.001 ^{***})
Danimarka	8.256 (0.000 ^{***})	-0.023 (0.000 ^{***})	-0.001 (0.000 ^{***})	-0.071 (0.000 ^{***})
Portekiz	8.562 (0.001 ^{***})	-0.090 (0.061 ^{**})	-0.002 (0.055 ^{**})	-0.112 (0.012 ^{***})
İsviçre	6.5042 (0.001 ^{***})	-0.110 (0.000 ^{***})	-0.062 (0.000 ^{***})	-0.361 (0.000 ^{***})
Yunanistan	4.852 (0.000 ^{***})	-0.210 (0.000 ^{***})	0.058 (0.000 ^{***})	-0.012 (0.005 ^{***})
İspanya	4.165 (0.000 ^{***})	-0.165 (0.000 ^{***})	0.002 (0.001 ^{***})	-0.231 (0.000 ^{***})
Fransa	6.592 (0.000 ^{***})	-0.052 (0.000 ^{***})	0.023 (0.023 ^{***})	-0.361 (0.042 ^{***})
Hırvatistan	5.215 (0.001 ^{***})	-0.211 (0.003 ^{***})	0.100 (0.000 ^{***})	-0.189 (0.000 ^{***})
İtalya	6.889 (0.002 ^{***})	-0.088 (0.000 ^{***})	0.060 (0.012 ^{***})	-0.120 (0.032 ^{***})
İrlanda	7.0523 (0.001 ^{***})	0.056 (0.5568)	-0.501 (0.5237)	-0.036 (0.2211)
Slovenya	6.797 (0.000 ^{***})	0.101 (0.752)	0.409 (0.403)	0.102 (0.708)
Bulgaristan	6.3745 (0.003 ^{***})	-0.012 (0.283)	0.042 (0.428)	0.036 (0.915)
Macaristan	7.4004 (0.001 ^{***})	-0.058 (0.575)	-0.091 (0.401)	-0.078 (0.101)

Not: *, ** ve *** simgeleri sırasıyla%10, %5 ve %1 kritik değerleri göstermektedir.

Tüm ülkelerin karakteristik yapıları ve dünya ülkeleriyle olan atık ticareti, milli gelir oranları ve yenilenebilir enerji tüketimi farklılık gösterebilir. Bu yüzden analiz sonuçlarına etki etmektedir. Ayrıca Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan ve İtalya teorik beklentileri karşılarken; İrlanda, Slovenya, Bulgaristan ve Macaristan ise döngüsel ekonomi bileşenlerinin ekolojik ayak izini azaltmaktadır beklentilerini karşılamamaktadır.

Elde edilen analiz bulgularına göre, Avrupa ülkeleri arasında döngüsel ekonomide önemli ölçüde ilerleme kaydeden Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan ve İtalya’da geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri ekolojik ayak izi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimin anlamlı çıkması çevresel kalite için önemini artırmaktadır.

Almanya için geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi düzeyinde 1 birimlik artış durumunda, ekolojik ayak izini sırasıyla -0.145, -0.012 ve -0.262 birim azaltmaktadır. Ayrıca Hollanda, Polonya Finlandiya, Danimarka, Portekiz ve İsviçre için aynı yorumlama yapılabilir. Dönüştürülebilir hammadde ticareti, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak izini negatif etkilediği dolayısıyla çevre kalitesini artırmaktadır.

Yunanistan için geri dönüştürülebilir hammadde ticareti ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenlerinde meydana gelen 1 birimlik artış ekolojik ayak izini sırasıyla -0.210 ve -0.012 birim azaltırken; ekonomik büyüme değişkeninde meydana gelen 1 birimlik artış ekolojik ayak izini 0.058 birim oranında artırmaktadır. Yunanistan için yapılan yorumlama İspanya, Fransa, Hırvatistan ve İtalya için de yapılabilir. Bu ülkelerde geri dönüştürülebilir hammadde ticareti ve yenilenebilir enerji tüketimi ekolojik ayak izini negatif etkileyerek çevresel kaliteyi artırdığı, ekonomik büyümenin ise ekolojik ayak izini artırdığını göstermektedir.

Son olarak analiz sonuçlarına bakıldığında İrlanda, Slovenya, Bulgaristan ve Macaristan ülkelerinde geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri ekolojik ayak izi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda döngüsel ekonomi modelinin bu ülkelerde etkin olmadığı söylenebilir.

Bu sonuçlar neticesinde ana bağımsız değişken olan geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, bağımlı değişken olan ekolojik ayak izi üzerinde etkisi 12 ülke için teorik beklentilere cevap vermektedir. Öte yandan, açıklayıcı bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji tüketimi çevresel kaliteyi artırdığı tespit edilmiştir.

6. Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmada, 16 Avrupa Birliği üye ülkede döngüsel ekonomi modeli ve ekolojik ayak izi ilişkisi, 2008-2021 dönemine ait veriler ile genişletilmiş ortalama grup tahminci (AMG) yaklaşımıyla incelenmiştir. Ekolojik ayak izi göstergesi hem çevresel kaliteyi hem de bağımlı değişkeni; döngüsel ekonomi (geri dönüştürülebilir hammadde ticaret), ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi bağımsız değişkeni temsil etmektedir. Bulgular; Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre, Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya ekonomilerinde döngüsel ekonomi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ekolojik ayak izi (çevresel kalite) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar teorik beklentilere cevap vermektedir. Modele dahil edilen Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya gibi ülkelerin sonuçları, Gedik (2020), Sverko Grdic vd. (2020) ve Akhtar vd., (2022) gibi yazarların çalışmasıyla örtüşmektedir. Bu çalışmalarda döngüsel ekonominin farklı bileşenleri kullanılmış olsa bile, bu bileşenlerin çevresel kaliteyi artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çevre, ekonomik büyüme ve toplum arasındaki ilişki ortaya koymaktadır. Başka bir bulguya göre, ekolojik ayak izi üzerinde yenilenebilir enerji tüketimi anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda, döngüsel ekonominin Almanya, Hollanda, Polonya, Finlandiya, Danimarka, Portekiz, İsviçre, Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya gibi ülkelerde daha etkin kullanıldığını göstermektedir. Öte yandan İrlanda, Slovenya, Bulgaristan ve Macaristan gibi ülkelerde döngüsel ekonomi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ekolojik ayak izi (çevresel kalite) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir.

Çevresel sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi kapsamında ve Avrupa Birliği özelinde Yılmaz (2022), Fura vd., (2020), Ateş (2021), Giannakitsidou vd., (2020), Robaina vd., (2020) ve Marino & Pariso (2020) gibi yazarlar çalışmalarında üye ülkelerin performansını değerlendirmişlerdir. Uygulanan modele göre sürdürülebilirliği sağlamak için döngüsel modeli etkin kullanma kapsamında büyük çabalar harcadıklarını işaret etmektedir. Çevresel sürdürülebilir için döngüsel ekonomi

modelini etkin ve verimli kullanmak için ülke sayısının zaman için arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca genel olarak döngüsel ekonomi sürecindeki ilerleme kaydedildiği; fakat yeni üye ülkelerde önemli orantısızlıkların olduğu ileri sürülmektedir. Bu durum yeni üye ülkelerin geri dönüşüm kapsamında modeli daha etkin kullanamadıklarını göstermektedir. Avrupa Birliği uyguladıkları eylem planı çerçevesinde atıkları üretimde uzun süre tutmak ve ekolojik dengeyi korumak için çaba harcadığı bu çalışmalar ile ortaya konulmuştur.

2015 yılında Avrupa Birliğinde tarafından hazırlanan ve kabul edilen Döngüsel Eylem Planı altı başlık çerçevesinde; plastikler, yemek atıkları ve kritik hammaddeler, inşaat ve yıkım, biyokütle ile inovasyon ve yatırım gibi döngüsellik potansiyeli olan sektörler odaklanmıştır (Avrupa Komisyonu, 2015). Döngüsel Ekonomi Eylem Planı kapsamında AB, 2016 yılında büyük mineral atıklar hariç tüm atıkların %55'inde geri dönüşümü gerçekleştirmiştir. Aynı şekilde inşaat ve yıkım atıklarında geri kazanılma oranı %89 iken; ambalaj atıklarında bu rakam %67'dir. Plastik ambalaj oranları %42'nin üzerindeyken, belediye atıkları %46, değerli malzemelerin atıklarında (bilgisayar, televizyon, buzdolabı vb.) ise %41'lik bir geri kazanılma oranı yakalanmıştır. Bu geri kazanılma oranları 2016 yılında AB'de kullanılan malzemelerin %12'sini karşılamaktadır. Böylece birincil hammadde kullanımında ciddi tasarruflar yapılmıştır (Avrupa Komisyonu, 2019: 1-2). Avrupa Komisyonu tarafından kabul edilen ilk Eylem Planı'nın (2015) büyük çoğunluğu başarıya ulaşmıştır. Sonrasında sürdürülebilirliğin devam etmesi için 2020 yılına gelindiğinde AB tarafından yeni bir eylem planı daha hazırlanmış ve ikinci eylem planı Avrupa komisyonu tarafından yayınlanmıştır. Temel amaç, tüketiciler, vatandaşlar, ekonomik aktörler ve sivil toplum örgütleriyle beraber ortak paydada birleşerek daha temiz ve daha rekabetçi bir Avrupa oluşturmak için geleceğe yönelik plan oluşturmaktır (Yılmaz, 2022:98)

Bu çalışmanın kısıtları olduğu gibi ileride gerçekleştirilecek olan yeni çalışmalara ışık tutabilecektir. Gelecekte yapılacak çalışmalar için farklı ülke grupları seçilebilir ve daha gelişmiş ekonometrik yöntemler kullanılabilir. Kullanılan değişken sayısı artırılabilir. Döngüsel ekonominin farklı bileşenleri (belediye atık miktarı, evsel atık miktarı, naylon ve plastik atıklar vb.) kullanılabilir. Çevresel kaliteyi ölçen göstergeler, diğer bağımsız değişkenler ve veri seti aralığı farklılaşabilir. Böylece elde edilen farklı sonuçlar doğrultusunda farklı politika öneriler sunulabilir.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Bu araştırmanın hazırlanmasında herhangi bir dış destek alınmamıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Bu çalışmanın hazırlanmasında yazar %100 katkı sağlamıştır

Çatışma Beyanı: Araştırmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışma beyanımız bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu araştırmanın her aşamasında "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi"nde belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışmanın yazım sürecinde etik kurallarına uygun alıntı yapılmış ve kaynakça oluşturulmuştur. Çalışma intihal denetimine tabi tutulmuştur.

Kaynakça

- Akhtar, M. Z., Khan, H. U. R., Sriyanto, S., Jabor, M. K., Rashid, A., and Zaman, K. (2022). How Do Industrial Ecology, Energy Efficiency, and Waste Recycling Technology (Circular Economy) Fit into China's Plan to Protect the Environment? Up to Speed. *Recycling*, 7(6), Access address: <https://www.mdpi.com/2313-4321/7/6/83>.
- Akıllı, H., Kemahli, F., Okudan, K., ve Polat, F. (2008). Ekolojik Ayak İzinin Kavramsal İçeriği ve Akdeniz Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi'nde Bireysel Ekolojik Ayak İzi Hesaplaması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 8(15), 1-25.
- Ateş, E. (2021). Döngüsel Ekonomi Kapsamında GSYİH ile Geri Dönüşüm İlişkisi: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (67), 125-137.
- Avcı, G. M. (2022). Döngüsel Ekonomi Çerçevesinde Türkiye'de Atık İthalatının Belirleyicileri: Çekim Modeli Analizi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 170-193.

- Balbay, Ş., Sarihan, A., ve Avşar, E. (2021). Dünyada ve Türkiye’de Döngüsel Ekonomi/Endüstriyel Sürdürülebilirlik Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 557-569.
- Bayramoğlu Yıldırım, F. (1995). *Çevre Terimleri Sözlüğü*. Dünya Dinleri ve Ekoloji Dizisi 6. İstanbul:İGDAŞ.
- Charfeddine, L. and Mrabet, Z. (2017). The Impact of Economic Development and Social Political Factors on Ecological Footprint: A Panel Data Analysis for 15 MENA Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138-154.
- Ekins, P., Domenech Aparisi, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N. and Lotti, L. (2020). The Circular Economy: What, why, how and where. Access address: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10093965/1/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Growth Within: A Circular Economy Vision for A Competitive Europe. (Ellen Macarthur Foundation Working Paper) Access address: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/growth-within-a-circulareconomy-vision-for-a-competitive-europe>
- Erdem, A. (2021). Döngüsel Ekonomi Kapsamında GSYİH İle Geri Dönüşüm İlişkisi: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 67, 125-137.
- European Commission. (2015). First Circular Economy Action Plan. Access address: https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en
- European Commission. (2029). Second Circular Economy Action Plan. Access address: https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en
- Fura, B., Stec, M. and Mis, T. (2020). Statistical Evaluation of the Level of Development of Circular Economy in European Union Member Countries. *Energies*, 13, 2-23.
- Gedik, Y. (2020). Döngüsel Ekonomiyi Anlamak: Teorik Bir Çerçeve. *Turkish Business Journal*, 1(2), 110-137.
- Ghisellin, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016). A Review On Circular Economy: The Expected Transition to A Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Giannakitsidou, O., Giannikos, I. and Chondrou, A. (2020). Ranking European Countries on the Basis of their Environmental and Circular Economy Performance: A DEA Application in MSW. *Waste Management*, 109, 181-191.
- Higashida, K. and Managi, S. (2014). Determinants of Trade in Recyclable Wastes: Evidence from Commodity-Based Trade of Waste and Scrap. *Environment and Development Economics*, 19(2), 250-270.
- Kapçak, S. (2023). Gelişmekte Olan Ülkelerde Mutluluk ve Ekonomik Büyümenin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 136-146.
- Karakayacı, Z., ve Tüylüoğlu, K. (2022). Ekolojik Ayak İzinin Biyoekonomide Sürdürülebilirliğe Etkisi. 2. *Uluslararası Sürdürülebilir Ekolojik Tarım Kongresi*. Antalya.
- Koçan, A., Gültekin, D. G., ve Baştuğ, M. (2019). Yeni Ekonomi ve İş Modelleri: Döngüsel Ekonomi Ve Paylaşım Ekosistemleri. *Uluslararası Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresi*, 7-9.

- Lacy, P. and Rutqvist, J. (2016). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. Springer.
- Liakos, N., Kumar, V., Pongsakornrungsilp, S., Garza-Reyes, J., Gupta, B. and Pongsakornrungsilp, P. (2019). Understanding Circular Economy Awareness: And Practices In Manufacturing Firms. *Journal of Enterprise Information Management*, 32(4), 563-584.
- Liu L., LiangY., Song Q. and 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, Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. UK: Ellen MacArthur Foundation.
- Marino, A. and Pariso, P. (2020). Comparing European Countries' Performances in the Transition Towards the Circular Economy. *Science of the Total Environment*, 729, 1-12.
- Meadows, Donella H., Meadows, Dennis L., and Randers, J. (1972). *The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project On the Predicament of Mankind*, (Second Edition). New York: Potomac Associates.
- Önder, H. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (57), 196-204.
- O'Neill, K. (2002). *The Changing Nature Of Global Hazardous Waste Management: From Brown To Green?. Globalization And Hazardous Waste Management: From Brown To Green?. UC Berkeley: GAIA Books.*
- Özbek, S. (2023). Ekonomik Büyüme, Küreselleşme Ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: ASEAN-5 Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(37), 123-138.
- Özsoy, T. (2018). Döngüsel Ekonomi: Almanya'daki Durumun Bir Özeti. *Global Journal of Economics and Business Studies*, 7(14), 129-143.
- Pata, U. K., Aydın, M., and Haouas, I. (2021). Are Natural Resources Abundance and Human Development a Solution for Environmental Pressure? Evidence from Top Ten Countries with The Largest Ecological Footprint. *Resources Policy*, 101923.
- Rashid, A., Irum, A., Malik, I. A., Ashraf, A., Rongqiong, L., Liu, G., and Yousaf, B. (2018). Ecological Footprint of Rawalpindi; Pakistan's First Footprint Analysis from Urbanization Perspective. *Journal of Cleaner Production*, 170, 362-368.
- Robaina, M., Murillo, K., Rocha, E. and Villar, J. (2020). Circular Economy in Plastic Waste - Efficiency Analysis of European Countries. *Science of the Total Environment*, 730, 1-12.
- Sauvé, S., Bernard, S., and Sloan, P. (2016). Environmental Sciences, Sustainable Development and Circular Economy: Alternative Concepts for Trans-Disciplinary Research. *Environmental Development*, 17, 48-56.
- Shirinov, A. Q. (2021). Earth Overshoot Day and The Case of Central Asian Countries. *Science and Education*, 2(2), 28-33.
- Smol, M., Avdiushchenko, A., Kulczycka, J. and Nowaczek, A. (2018). Public Awareness of Circular Economy In Southern Poland: Case of The Malopolska Region, *Journal of Cleaner Production*,197.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M. and Folke, C. (2015). Planetary Boundaries: Guiding Human Development On a Changing Planet. *Science*, 347(6223), 1259855UN.

- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., and Soto-Oñate, D. (2019). Operational Principles of Circular Economy for Sustainable Development: Linking Theory and Practice. *Journal of Cleaner Production*, 214, 952-961.
- Sverko Grdic, Z., Krstinic Nizic, M., and Rudan, E. (2020). Circular Economy Concept in The Context of Economic Development in EU Countries. *Sustainability*, 12(7), 3060.
- Ugalde Hernandez, O. (2021). Determinants of Costa Rica's International Trade of Wastes and Its Relationship with The Circular Economy. *Revista Relaciones Internacionales*, 94 (1), 131-146.
- Urbınatı, A, Davide, C. and Vittorio, C. (2017). Towards A New Taxonomy of Circular Economy Business Models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487-498.
- Wackernagel, M. and Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact On the Earth*. Gabriola Island: New Society Publishers.
- Yılmaz, V. (2019). Sürdürülebilir Kalkınma ve Döngüsel Ekonominin Bibliyometriği. *Enderun*, 3(2), 60-72.
- Yılmaz, V. (2022). Circular Economy Performance of European Union Countries. *Cumhuriyet Üniversitesi Journal of Economics & Administrative Sciences*, 23(1), 94-114.