

İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi Journal of Economic Policy Researches

Başvuru | Submitted 09.11.2024
Revizyon Talebi | Revision Requested 20.12.2024
Son Revizyon | Last Revision Received 25.12.2024
Kabul | Accepted 17.03.2025

Araştırma Makalesi | Research Article

 Açık Erişim | Open Access

Büyümede Yeni Yaklaşım Döngüsel Ekonomi: Seçili Ülkeler Üzerine Analiz

A New Approach to the Growth Circular Economy: Analysis of Selected Countries



Merve Ekici¹  & Yusuf Kahreman² 

¹ Çukurova Üniversitesi Kozan Meslek Yüksekokulu, Finans-Bankacılık ve Sigortacılık, Adana, Türkiye

² Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derslikleri Bölümü, Bankacılık ve Finans Bölümü, Sivas, Türkiye

Öz

Döngüsel ekonomi, çevresel tahribatın azaltılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi ve kaynakların yenilenmesi amaçlarıyla ön plana çıkan bir yaklaşımdır. Bu model, atık oluşumunu en aza indirmeyi hedeflemektedir. Ayrıca, model üretilen ürünlerin kullanım ömrü sona erdiğinde doğaya geri kazandırılmasını sağlayarak etkin kaynak kullanımına katkıda bulunmaktadır. Döngüsel ekonomi politikalarının bu önemi göz önüne alındığında ülkeler için sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir öneme sahiptir. Bu motivasyonla çalışmada, ekonomik büyüme ile döngüsel ekonominin kişi başına malzeme ayak izi, geri dönüştürülebilir hammadde ticareti ve sera gazı emisyonları gibi alt bileşenleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Hollanda ülkelerini kapsayan analizde, 2005-2021 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılarak panel veri analizi uygulanmıştır. Analiz sürecinde öncelikle modele ilişkin yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri yapılmış, ardından ikinci nesil birim kök testi ile değişkenlerin durağanlık özellikleri incelenmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını tespit etmek amacıyla Westerlund ECM eşbütünleşme testi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar bu ilişkinin varlığını göstermiştir. Son aşamada ise Granger nedensellik testi yapılmış; ekonomik büyüme ile kişi başına malzeme ayak izi ve geri dönüştürülebilir hammadde ticareti arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ekonomik büyümenin aynı zamanda sera gazı emisyonları ile döngüsel ekonomi sektörlerine yapılan özel yatırımlar ve katma değer üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Abstract

The circular economy is an approach that comes to the forefront to reduce environmental damage, realise sustainable development goals, and renew resources. This model aims to minimise waste generation. In addition, the model contributes to the efficient use of resources by ensuring that the products produced are recycled back to nature at the end of their useful life. Considering the importance of circular economy policies, they have a critical importance for countries in achieving sustainable development goals. With this motivation, this study analyzes the relationship between economic growth and the sub-components of the circular economy, such as the material footprint per capita, recyclable raw material trade, and greenhouse gas emissions. In the analysis covering the countries of Germany, France, Italy, Spain, and the Netherlands, panel data analysis was applied using annual data between 2005 and 2021. In the analysis process, first, horizontal cross-section dependence and homogeneity tests were performed for the model, and then the stationarity properties of the variables were examined with the second-generation unit root test. To determine whether there is a long-term relationship between the variables, the Westerlund ECM co-integration test was performed, and the results showed the existence of this relationship. In the last stage, the Granger causality test was conducted. A bidirectional causality relationship was found between economic growth, the per capita material footprint, and the recyclable raw material trade. Economic growth also determines greenhouse gas emissions, private investments in the circular economy sectors, and value-added.



“ Atıf | Citation: Ekici, M. & Kahreman, Y. (2025). Büyümede yeni yaklaşım döngüsel ekonomi: Seçili ülkeler üzerine analiz. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi-Journal of Economic Policy Researches*, 12(2), 258-275. <https://doi.org/10.26650/JEPR1582134>

© This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. 

© 2025. Ekici, M. & Kahreman, Y.

✉ Sorumlu Yazar | Corresponding author: Merve Ekici mekici@cu.edu.tr



Anahtar Kelimeler Döngüsel ekonomi • ekonomik büyüme • sürdürülebilir kalkınma • panel veri analizi • G20

Keywords Circular economy • economic growth • sustainable development • panel data analysis • G20

JEL Sınıflaması C23 • Q50 • Q51

JEL Classification C23 • Q50 • Q51

Extended Summary

The linear economic model, which is foundational to neo-classical economics, is solely growth-focused. The adoption of this model has resulted in the unsustainable consumption of natural resources and has worsened environmental challenges such as global warming and climate change. Efforts to meet the demands of a growing global population and adapt to consumption habits shaped by rapid technological advances have led to adverse impacts across sustainability dimensions beyond the economic sphere (Singh and Ordoñez, 2016). Criticisms of the linear economy's environmental impacts have catalysed interest in the circular economy model. Although a consensus definition of the circular economy has not been reached, with over 150 definitions in the literature, it is broadly conceptualised as a model aiming to reduce natural resource consumption, enhance resource efficiency, and minimise waste generation across production processes. The model's primary objective is to maximise the utility of inputs in production through resource renewal and reuse, thereby lowering resource use, improving efficiency, and reducing waste (Bocken, Olivetti, Cullen, Potting and Lifset, 2017).

The circular economy model incorporates the core principles of renewal, recycling, and reuse, complemented by additional concepts such as reduction, recovery, redesign, repair, and rethinking (Yan and Feng, 2014; Kirchherr, Reike and Hekkert, 2017; Reike, Vermeulen and Witjes, 2018). These principles have implications that extend beyond economic considerations, directly influencing other dimensions of sustainability. Consequently, implementing circular economy policies is deemed essential for achieving sustainable development goals (Reike et al., 2018; Saidani, Yannou, Leroy, Cluzel and Kendall, 2019). The European Commission has estimated that implementing circular economy practices could yield approximately €600 billion in benefits for the EU manufacturing sector, underscoring the strategic relevance of this approach (Korhonen, Honkasalo and Seppälä, 2018).

In light of the growing importance of the circular economy, this study investigates the relationship between GDP and the circular economy variables in selected EU countries. The analysis includes Germany, France, Italy, Spain, and the Netherlands over the 2005–2021 period, with the GDP growth rate as the dependent variable. Independent variables comprise material footprint per capita, recycling rate of municipal waste, trade in recyclable raw materials, greenhouse gas emissions, and investments and added value within the circular economy sector (Grace, Turner and Walter, 1978; Larsen, Merrild and Christensen, 2009; Villoria Saez, Río Merino, Porras Amores and San Antonio González, 2011; Erdoğan, 2013; Rombach, 2013; Torasa and Mekhum, 2020; Ateş, 2021). These countries were selected on the basis of their strategic role in advancing circular economy principles and ranking among the top five EU nations for projected real GDP growth, as identified in the IMF's 2024 World Economic Outlook report.

Germany was among the first to codify the circular economy principles in legislation (Çırak, 2021). France, seeking to expedite this transition, established the Circular Economy Institute (Bonciu, 2014). Italy's Club of Rome also assessed the interplay between economic growth and environmental pollution in *The Limits to Growth*. The United Nations, through its World Commission on Environment and Development in 1983, advocated for circular economy practices to achieve sustainable development (Golub and Townsend, 1977). Notable initiatives in the Netherlands' Randstad region and Spain's Catalonia, including the "Green and Circular Economy Advancement Strategy," also exemplify dedicated efforts towards resource efficiency (Findık, 2023; Lundvall, 1996; Sapmaz Veral, 2018).

For the selected countries, a panel data analysis was conducted using annual data from 2005 to 2021, with variables chosen to represent the five dimensions of the circular economy. Cross-sectional dependency was detected, and Delta homogeneity tests indicated model homogeneity. Second-generation unit root tests confirmed the stationarity of the variables at the first difference, while Westerlund ECM co-integration tests established a significant long-term relationship among the variables. Granger causality tests revealed bidirectional causality between GDP growth and

both the material footprint per capita and trade in recyclable raw materials. Additionally, GDP growth was shown to influence greenhouse gas emissions as well as investments and added value within the circular economy sectors.

The study's findings indicate a need for policies that strengthen the positive association between growth objectives and circular economy initiatives. Governments should create regulatory frameworks that promote circular economy practices and provide tax incentives and financial support mechanisms. Collaborative public-private partnerships could fund circular economy projects, foster knowledge exchange, and develop awareness programs to increase public understanding of the benefits of the circular economy. Furthermore, national and regional development plans should integrate circular economy goals and corresponding indicators to monitor progress. These policies may support sustainable development by facilitating economic growth while minimising environmental impacts.

The limitations of this study include the restricted set of variables and data timeframe, as well as the focus on five EU countries, which may limit generalizability. Although this research examines the relationship between economic growth and the circular economy, it does not extensively explore the social and environmental aspects of the circular economy. Future studies could enhance the validity of the findings by expanding the datasets and including a broader range of countries.

Büyümede Yeni Yaklaşım Döngüsel Ekonomi: Seçili Ülkeler Üzerine Analiz

Neo-klasik iktisadın temelini oluşturan doğrusal ekonomi modeli, yalnızca ekonomik büyümeye odaklanmaktadır. Bu modelin benimsenmesi, doğal kaynakların sürdürülemez bir hızda tüketilmesine ve çevresel sorunların derinleşmesine neden olmuştur. Özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sorunlar, doğrusal ekonomi anlayışının doğrudan bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak ve teknolojik gelişmelerle şekillenen tüketim alışkanlıklarına uyum sağlamak amacıyla sürdürülen bu model, ekonomik alan dışındaki sürdürülebilirlik boyutlarında ciddi tahribatlara yol açmıştır (Singh ve Ordoñez, 2016).

Doğrusal ekonominin yol açtığı tahribat zamanla eleştirilir hale gelmiş ve bu bağlamda döngüsel ekonomi modeli gündeme getirilmiştir. Ancak döngüsel ekonomiye ilişkin tanımlarda iktisatçılar arasında tam bir uzlaşa sağlanamamış; literatürde 150'den fazla farklı tanım önerilmiştir. Her ne kadar döngüsel ekonominin net bir tanımı olmasa da, genel çerçevede doğal kaynak tüketimini azaltmayı, kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamayı ve üretim sürecinin sonunda en az miktarda atık çıkarmayı amaçlayan bir model olarak kabul edilmektedir. Döngüsel ekonominin temel hedefi, üretimde kullanılan girdilerden maksimum faydayı elde etmektir. Bu doğrultuda, girdilerin yenilenmesi ve yeniden kullanımı yoluyla hem kaynak tüketimi azalmakta hem kaynakların verimliliği artmakta hem de üretim sonunda ortaya çıkan atıklar minimize edilmektedir (Bocken vd., 2017).

Döngüsel ekonomi modeli, yenileme, geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi temel ilkelerin yanı sıra kullanımın azaltılması, geri kazanım, yeniden tasarım, tamir ve yeniden düşünme gibi ek ilkelerle daha kapsamlı bir yapıya kavuşturulmuştur (Yan ve Feng, 2014; Kirchherr vd., 2017; Reike vd., 2018). Bu modelin ilkeleri, yalnızca ekonomik faktörleri değil, aynı zamanda sürdürülebilirliğin diğer boyutlarını da etkilemektedir. Bu doğrultuda, ülkelerin döngüsel ekonomi politikalarını hayata geçirmesi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin başarılması açısından kritik önem taşımaktadır (Reike vd., 2018; Saidani vd., 2019). Avrupa Komisyonu, döngüsel ekonominin potansiyeline dikkat çekerek, bu modelin uygulanmasıyla Avrupa Birliği (AB) imalat sektöründe 600 milyar avro değerinde bir kazanç sağlanabileceğini öngörmektedir. Dolayısıyla, döngüsel ekonomi ülkeler açısından stratejik bir model olarak değerlendirilmektedir (Korhonen vd., 2018).

Döngüsel ekonominin taşıdığı bu önem göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmada küresel ekonomide blok olarak önemli bir konuma sahip olan AB'nin gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) göstergesi ile döngüsel

ekonomi değişkenleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Hollanda için gerçekleştirilen analizde, 2005-2021 dönemini kapsayacak şekilde GSYH büyüme oranı bağımlı değişken olarak ele alınırken; kişi başına malzeme ayak izi, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, sera gazı emisyonu ile döngüsel ekonomi sektörü yatırımları ve katma değer gibi göstergeler bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır (Grace vd., 1978; Larsen vd., 2009; Villoria Saez vd., 2011; Erdoğan, 2013; Rombach, 2013; Torasa ve Mekhum, 2020; Ateş, 2021). Araştırılan analiz döneminin 2005-2021 veri aralığını içermesi söz konusu değişkenlerin bu veri dönemleri için ortak bir paydaya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmada analiz için Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Hollanda'nın seçilme gerekçesi, söz konusu ülkelerin hem döngüsel ekonomi açısından sahip oldukları stratejik önem hem de IMF'nin (2024) raporuna göre, AB ülkeleri arasında reel GSYH büyüme tahminleri en yüksek beş ülke arasında yer almalarıdır.

Döngüsel ekonomi kavramı, yasal zeminde ilk kez Almanya tarafından benimsenmiştir (Çırak, 2021). Fransa, döngüsel ekonomiye geçiş sürecini hızlandırmak amacıyla Döngüsel Ekonomi Enstitüsü'nü kurarken (Bonciu, 2014), İtalya'daki Roma Kulübü, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi Büyümenin Sınırları adlı çalışmasında ele almıştır. Bu süreçte Birleşmiş Milletler, 1983 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nu kurarak sürdürülebilir kalkınma için döngüsel ekonomi anlayışının benimsenmesini önermiştir (Golub ve Townsend, 1977). Ayrıca, Avrupa'nın en gelişmiş döngüsel ekonomi ekosistemlerinden biri olan Hollanda'daki Randstad bölgesi, İspanya'nın Katalonya bölgesinde yürütülen "Yeşil ve Döngüsel Ekonomiye İlerletme Stratejisi" ile kaynak verimliliği çalışmalarına da ev sahipliği yapmaktadır (Fındık, 2023; Lundvall, 1996; Sapmaz Veral, 2018). Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, öncelikle döngüsel ekonomi hakkında daha kapsamlı bilgi verilecek ve hemen sonrasında çalışma ile ilgili literatür incelemesine örnekler sunulacaktır. Ardından, bu çalışmada kullanılan veri seti ile analiz yöntemleri tanıtılacak; son olarak elde edilen bulgular değerlendirilecektir. Çalışmanın sonuç kısmında ise bulguların anlamı ve politika önerileri üzerinde durulacaktır.

Teorik Çerçeve

Bu çalışmanın bu kısmında, döngüsel ekonomi kavramı, AB'nin döngüsel ekonomi perspektifi ile birlikte ele alınarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlama potansiyeli üzerinde durulacaktır.

Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi kavramının kesin olarak kimin tarafından ortaya atıldığına dair somut bir kanıt bulunmamakla birlikte, bu düşüncenin temellerinin 1970'lerde Rachel Carson'un 'Büyümenin Sınırları' tezi ile atıldığı kabul edilmektedir. Döngüsel ekonomi, farklı politik, sosyal ve kültürel bağlamlardan etkilenerek gelişmiştir. 1990'lı yılların başlarında Almanya, daha sürdürülebilir bir ekonomik büyüme sağlamak amacıyla çevre politikalarına döngüsel ekonomi anlayışını dahil etmeye başlamıştır. Aynı dönemde Çin'de, çevre dostu sanayilerin teşvik edilmesiyle birlikte, 'uyumlu toplum' kavramı ile döngüsel ekonomi uygulamaları tanıtılmaya başlanmıştır (Geng ve Doberstein, 2018).

Döngüsel ekonomi, geri dönüşüm ve geri kazanım odaklı bir yaklaşım benimseyerek, üretim ve tüketim süreçlerinde malzemelerin yeniden kullanımını teşvik eder. Bu ekonomi modeli, mikro, orta ve makro düzeylerde, hem mevcut hem de gelecekteki nesiller için ekonomik, sosyal ve çevresel kalkınmayı en üst düzeye çıkarmayı hedeflemektedir. Klasik ekonomi modelinin 'satın al, üret ve at' döngüsünün aksine, döngüsel ekonomide amaç, hammadde ve doğal kaynakların tükenmesini engellemekten çok daha fazlasıdır. Bu modelde, ürünlerin tasarımında, malzemelerin kolayca bulunabilir ve geri dönüştürülebilir olması, tek kullanımlık olmamaları ve eko-tasarım prensiplerine dayalı olarak üretim yapılması hedeflenir (MacArthur, 2013). Döngüsel ekonomi, malzemelerin ve ürünlerin ekonomik değerini artırmayı, sosyal değer

kaybını en aza indirmeyi, hammadde teminindeki çalışma koşullarını iyileştirmeyi ve doğal kaynakların kullanımını azaltarak çevresel değer yaratmayı amaçlamaktadır.

Döngüsel ekonomi ilkelerinin hayata geçirilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması için giderek daha fazla önerilen bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Saidani vd., 2019). Ekonomik döngüsellığı sağlamak amacıyla geliştirilen ve 'R' ön ekiyle tanımlanan döngüsel ekonomi ilkeleri, bu yaklaşımın temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. Literatürde, döngüsel ekonomi ilkelerinin başlangıçta üç ana prensipten oluştuğu kabul edilmiştir: Reduce (azalt), Reuse (yeniden kullan) ve Recycle (geri dönüştür) (Kirchherr vd., 2017). Ancak zamanla, bu üç temel ilkeye ek olarak 4R, 5R, 6R ve 9R gibi genişletilmiş ilkeler ortaya çıkmış ve döngüsel ekonomi yaklaşımının kapsamı önemli ölçüde genişlemiştir. Bunun yanı sıra, literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından döngüsel ekonomi ilkeleri olarak öne sürülen diğer unsurlar arasında refuse (reddetme), rethink (yeniden düşün), repair (tamir et), remanufacture (yeniden üretme), refurbish (yenileme) ve repurpose (yeniden amaçlandırma) gibi kavramlar yer almaktadır (Yan ve Feng, 2014; Corona, Shen, Reike, Carreón ve Worrell, 2019).

Tablo 1

Döngüsel Ekonomi İlkeleri

Döngüsel Ekonomi İlkeleri	Açıklama
Azalt (Reduce)	Kaynak ve malzeme tüketimini minimize ederek daha verimli üretim süreçleri sağlamak
Yeniden Kullan (Reuse)	Atık haline gelmemiş ürünleri, aynı işlevle yeniden kullanarak kaynakları verimli bir şekilde değerlendirmek
Geri Dönüştür (Recycle)	Atık ürünleri materyallerine ayırarak, hammaddeleri geri kazandırıp döngüsel sisteme dahil etmek
Reddetme (Refuse)	Gereksiz ürünleri kullanmaktan kaçınarak, dijital alternatiflerle işlevlerini değiştirmek
Yeniden Düşün (Rethink)	Çok işlevli ürün tasarımlarıyla ürün kullanımını optimize ederek daha fazla fayda sağlamak
Tamir Et (Repair)	Ürünü onararak, orijinal durumuna getirip ömrünü uzatmak
Yeniden Üret (Remanufacture)	Eski ürünlerden elde edilen materyallerle yeni, işlevsel ürünler üretmek
Yenile (Refurbish)	Kullanım ömrünü tamamlamış ürünleri, orijinal performanslarına yakın bir seviyede yeniden kullanılabilir hale getirmek
Yeniden Amaçlandırma (Repurpose)	Atık ürünleri, yeni fonksiyonel amaçlar için yeniden kullanmak

Kaynak: (Hedefler için İş Dünyası Platformu & DCube Döngüsel Ekonomi Kooperatifi, 2020).

AB'nin Döngüsel Ekonomiye Bakışı

AB Komisyonu, doğal kaynakların tükenmesini engellemek ve biyoçeşitliliğin kaybını önlemek amacıyla döngüsel ekonomi odaklı bir politika planı geliştirmiştir. Bu planın, 2030 yılına kadar 700 binden fazla yeni iş olanağı yaratması beklenmektedir (European Commission, 2018). Döngüsel ekonomi, AB'nin sanayi altyapısını güçlendirirken, özellikle AB ekonomisinde önemli bir yer tutan küçük ve orta ölçekli işletmeler için de yeni fırsatlar sunması beklenmektedir. Ayrıca, tüketiciler için daha güvenli, işlevsel, yeniden kullanılabilir, dayanıklı ve uygun fiyatlı ürünlerin üretimini teşvik edecektir. Döngüsel ekonomi politikası, üye ülkeleri yeşil ürün süreçlerini benimsemeye teşvik ederek AB ekonomisinin sürdürülebilirliğini artırmayı hedeflemektedir. Yeşil ürün döngüsü, üretim süreçlerinde gereksiz kaynak kullanımının azaltılmasına ve sürdürülebilir ürünlerin talebinin artırılmasına yönelik bir anlayışı ifade etmektedir. Temel hedef, işletmelerin üretim süreçlerinde çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirmek için etkili politikalar geliştirilerek döngüsel ekonomiye katkıda bulunmaktır (Patricio, Axelsson, Blome ve Rosado, 2018). AB Komisyonu, birçok sektör için daha temiz üretim sistemlerinin ve sürdürülebilir tedarik zincirlerinin geliştirilmesi amacıyla döngüsel ekonomi planları belirlemiştir.

Sürdürülebilir Kalkınma ve Döngüsel Ekonomi

Sürdürülebilir kalkınma anlayışının mevcut ekonomik modeller içerisinde uygulanabilirliğinin sınırlı olduğu gerçeği, uluslararası düzeyde yeni ekonomik yaklaşımlar arayışını hızlandırmıştır. Bu bağlamda, yeşil ekonomi, mavi ekonomi, biyoekonomi ve döngüsel ekonomi gibi alternatif modeller öne çıkmaktadır (Önder, 2018; Bayramoğlu, Tekin ve Ağızan 2018). Bu ekonomik modeller, kaynakların ve enerjinin etkin kullanımını, atıkların azaltılmasını ve sürdürülebilir endüstrilerin teşvik edilmesini amaçlayan hedeflere doğrudan etki yapmaktadır. Bu yaklaşım, yeni ürünlerin geliştirilmesi, yeni pazarlar yaratılması, çevresel zarar vermeden kaliteli iş gücü ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanmasına yönelik fırsatlar yaratmaktadır (Ferreira Gregorio, Pié ve Terceño, 2018).

Yeşil ekonomi, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak amacıyla doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanılması ve ekosistemlerin korunması doğrultusunda çevre dostu istihdam ve ekonomik büyüme sağlamayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu çerçevede, karbon emisyonlarının azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi unsurlar yer almaktadır. Mavi ekonomi, okyanus ve deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak ve bu kaynakların verimli kullanımını teşvik etmek, ayrıca ekosistemlerin bozulmasını önlemek amacı güden bir yaklaşımdır (Geisendorf ve Pietrulla, 2018). Biyoekonomi, biyoteknolojik yöntemleri ekonomik süreçlere entegre ederek sürdürülebilir enerji üretimi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımına odaklanmaktadır; bu yaklaşım, iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol üstlenmektedir. Döngüsel ekonomi ise, kaynakların kullanımını en aza indirerek ve ürünlerin kullanım ömrü sonunda yeniden değer kazanmasını sağlayarak malzeme ve enerji verimliliğini artırmayı amaçlayan bir model olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dört ekonomik model, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında önemli stratejik yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır (Ferreira Gregorio vd., 2018).

Literatür İncelemesi

Döngüsel ekonomi üzerine gerçekleştirilen araştırmalar incelendiğinde, döngüsel ekonomi göstergeleri kullanılarak sürdürülebilirlik konusunu ele alan Bonciu (2014) çalışma önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde karşılaşılan sorunları analiz eden Gregson, Crang, Fuller ve Holmes (2015), çalışmalarında bu konudaki zorlukları kapsamlı bir şekilde değerlendirmektedir. Döngüsel ekonomi uygulamalarındaki farklılıkları inceleyen McDowall vd., (2017), çalışmalarında uygulama süreçlerinde yaşanan çeşitliliği ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, döngüsel ekonomi uygulamaları sonrasında alınması gereken tedbirleri değerlendiren Sapmaz Veral ve Yiğitbaşıoğlu (2018), çalışmada döngüsel ekonomi uygulamalarının uygulanması sonucu alınması gereken önemleri vurgulamaktadır.

Döngüsel ekonomi literatürüne katkı sağlayan derleme çalışmalar da mevcuttur; bu çalışmalar, konuya dair kapsamlı bir perspektif sunmaktadır (Ghisellini, Cialani ve Ulgiati, 2016; Geissdoerfer, Savaget, Bocken ve Hultink, 2017; Sassanelli, Rosa, Rocca ve Terzi, 2019). Bunun yanı sıra, döngüsel ekonomi ile yeşil lojistik arasındaki ilişkiyi inceleyen Torasa ve Mekhum (2020), çalışmalarında bu iki kavram arasındaki etkileşimi ele almaktadır. Sikder, Wang, Rahman, Yeboah, Alola ve Wood (2024) ise çalışmalarında, 2000-2020 yılları arasında 13 gelişmiş AB ülkesinde döngüsel ekonomi ve yeşil lojistik uygulamalarının CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmalara ek olarak döngüsel ekonomiyi kavramsal olarak ele alan çalışmalarda yer almaktadır. Bu çalışmalarda döngüsel ekonomi göstergelerinin açıklanması, uygulanması ve politika önerileri üzerinde durulmuştur (Lieder ve Rashid, 2016; Kirchherr vd., 2017; Gedik, 2020). Son olarak, döngüsel ekonomi göstergeleri ile ekonomik göstergeler arasındaki ilişkileri araştıran çeşitli çalışmalardan bazıları aşağıda sunulacaktır.

Literatür incelendiğinde, döngüsel ekonomi ile ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmaların olduğu da görülmektedir. Kişi başı GSYH ile geri dönüşüm oranı arasındaki ilişkiyi inceleyen Pelău ve Chinie (2018), çalışmada düşük kişi başı GSYH'nin geri dönüşüm oranını olumsuz etkilediği, yüksek GSYH'nin ise geri dönüşüm oranını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Vută, Vuță, Enciu ve Cioacă (2018), döngüsel ekonomi göstergeleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceleyerek, geri dönüşüm, atık yönetimi ve kaynak verimliliği gibi değişkenlerin büyümeyi olumlu yönde etkilediğini bulmuşlardır. Busu (2019) çalışmasında, AB ülkelerinde 2008-2017 yılları arasındaki verilere dayanarak ekonomik büyüme ile geri dönüşüm oranı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Busu ve Trica (2019) ise, çevresel göstergelerin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini saptamışlardır. Apaydın (2020) çalışmasında, OECD ülkeleri için yapılan analizde atık yönetiminin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini bulmuştur. Hysa, Kruja, Rehman ve Laurenti (2020) çalışmalarında kişi başı GSYH ile geri dönüşüm oranı, geri dönüşüm ar-ge harcamaları ve geri dönüşüm ticareti arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, döngüsel ekonomi göstergelerinin kişi başı GSYH'yi olumlu etkilediği görülmüştür. Ateş (2021) çalışmasında, plastik ve otomobil atıkları dışında, diğer döngüsel ekonomi değişkenlerinin büyüme ile olumlu bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Ekonomik büyüme ile döngüsel ekonomi göstergeleri arasında pozitif ilişki bulan çalışmaların yanı sıra farklı sonuçlar bulan çalışmalarda literatürde yer almaktadır. Chen, Chen, Liu, Nguyen ve Hasan (2020), Çin'deki döngüsel ekonomi uygulamalarının kısa dönemde GSYH büyüme oranını olumsuz etkilese de uzun dönemde pozitif etkileyebileceğini ortaya koymuşlardır. Sverko, Krstinic ve Rudan (2020), döngüsel ekonomi bileşenlerinden belediye atıkları ve geri dönüşüm oranları gibi değişkenlerin büyüme ile kısa dönemde ilişkisi olmasa da uzun dönemde olumlu bir ilişki varlığını ortaya koymuşlardır. Androniceanu, Kinnunen ve Georgescu (2021) çalışmasında, ar-ge harcamaları, belediye atıkları ve geri dönüşüm oranları arasındaki ilişkiyi incelemiş ve döngüsel ekonomi göstergelerini ekonomi büyüme ile değil teknolojik gelişmelerle ilişkilendirmişlerdir. Chen ve Pao (2022) ise, döngüsel ekonomi ile ekonomik büyüme arasında kısa vadeli bir ilişki olduğunu ancak uzun dönemde bu ilişkinin ortadan kalktığı sonucuna ulaşmışlardır. Kapçak (2024) çalışmasında 16 AB ülkesi için 2008-2021 yılları arasındaki verilerle yaptığı analizde, bazı AB ülkelerinde geri dönüştürülmüş hammadde ticareti, GSYH ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında anlamlı bir ilişki bulurken bazı AB ülkelerinde bu değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

Döngüsel ekonomi uygulamaları ile sürdürülebilir kalkınma göstergeleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda ise Lin (2020), döngüsel ekonominin sürdürülebilir kalkınma için uygulanabilir ve umut verici olduğunu belirtmiştir. Georgescu, Kinnunen ve Androniceanu (2022), döngüsel ekonomi sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi incelemiş ve döngüsel ekonomi uygulamalarının AB ülkelerinde ekonomik kalkınmayı desteklerken çevresel etkileri de azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Knäble, Puente, Pérez-Cornejo ve Baumgärtler (2022), döngüsel ekonominin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Döngüsel ekonomi değişkenlerinden yenilenebilir enerji ve yeniden kullanım değişkenlerinin çevresel faktörleri olumlu etkilediği, ele alınan diğer döngüsel ekonomi göstergesinin ise çevresel faktörleri olumsuz etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca döngüsel ekonomi göstergelerinin işsizlik üzerinde olumlu bir etki yaptığı sonucuna ulaşmışlardır. Sabău-Popa, Bele, Dodescu ve Boloş (2022), döngüsel ekonomi ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi inceleyerek, belediye atıklarının geri dönüşüm oranındaki artışın, çevresel vergi gelirleri ve çevre harcamalarındaki azalmayla kişi başına GSYH'yi artırdığını bulmuşlardır. Apostu, Gigauri, Panait ve Martín Cervantes (2023), döngüsel ekonominin ve sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkileri incelemiştir. Çalışmada, döngüsel ekonomi uygulamalarının ve yeşil çevre politikalarının sürdürülebilir kalkınma için önemli araçlar olduğu belirtilmiştir. Schultz ve Pies (2024), çalışmalarında döngüsel ekonomi uygulamalarının sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini çevresel faktörler üzerinden

değerlendirmiş ve döngüsel ekonominin çevresel performansın iyileştirilmesinde önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan ayrılan temel özelliği, AB Komisyonu tarafından belirlenen döngüsel ekonominin tüm alt boyutlarını kapsayarak, döngüsel ekonomi göstergeleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi kapsamlı bir şekilde incelemesidir. Literatürde bu boyutta bir araştırmanın bulunmaması, bu çalışmayı özgün kılmaktadır. Ayrıca, çalışmanın güncel verilerle yapılan analizlere dayalı olması, ele alınan dönemi kapsayarak mevcut literatüre önemli bir yenilik sunmaktadır. Bu çalışma ile literatürde yer alan mevcut boşluğun giderilmesi sağlanarak, gelecekteki araştırmalara ilham kaynağı olması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada döngüsel ekonominin beş alt boyutunu temsil eden her bir alt boyuttan bir değişken seçilmiş ve bu değişkenlerin GSYH ile uzun dönemli ilişkisi test edilmiştir. Böylece, çalışmanın döngüsel ekonominin kapsamını genişletme ve mevcut literatüre katkıda bulunma potansiyeli ön plana çıkarılmıştır.

Veri Seti ve Araştırma Modeli

Çalışmanın örneklem grubu IMF'nin Nisan 2024'de yayınlamış olduğu World Economic Outlook (WEO) Raporuna göre belirlenmiştir. Bu rapora göre AB ülkelerinin reel GSYH büyüme tahminleri en yüksek ilk beş ülke olan *Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Hollanda* analizin örneklem grubu olarak seçilmiş ve 2005-2021 dönem verileri kullanılmıştır. Araştırılan analiz döneminin 2005-2021 veri aralığını içermesi söz konusu değişkenlerin bu veri dönemleri için ortak bir paydaya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Böylelikle çalışmanın güncelliğini koruması da sağlanmaktadır. Döngüsel ekonominin beş alt boyutunu temsilen her alt boyuttan bir değişken alınmış ve GSYH arasındaki uzun dönemli bir ilişkiye sahip olup olmadığı analiz edilmiştir. Bu kapsamda oluşturulan çalışmanın modeli Denklem (1)'de verilmiştir.

$$GDP_{it} = b_0 + b_1 MFP_{it} + b_2 REC_{it} + b_3 TRA_{it} + b_4 GHG_{it} + b_5 CAV_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Denklem (1)'de GDP, GSYH olarak alınmış olup, çalışmanın bağımlı değişkeni olarak ekonomik büyümeyi temsil etmektedir. Bağımsız değişkenler ise şu şekilde tanımlanmıştır: MFP, kişi başına malzeme ayak izini; REC, belediye atıklarının geri dönüşüm oranını; TRA, geri dönüştürülebilir hammadde ticaretini; GHG, sera gazı emisyonlarını; CAV ise döngüsel ekonomi sektörlerine yapılan özel yatırım ve katma değeri ifade etmektedir. Bu bağlamda, *i* yatay kesiti, *t* zaman boyutunu ve ε_{it} hata terimini sembolize etmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenlere yönelik detaylı açıklamalar [Tablo 2](#)'de yer almaktadır. Veriler çeşitli ekonometrik programlar kullanılarak analiz edilmiştir.

Tablo 2

Değişkenlere Ait Kısaltmalar, Açıklamalar ve Kaynaklar

Kod	Ele Alınan Göstergeler	Kaynak
GDP	Ekonomik Büyüme (%)	WDI
MFP	Kişi Başına Malzeme Ayak İzi	Eurostat
REC	Belediye Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı	Eurostat
TRA	Geri Dönüştürülebilir Hammadde Ticareti	Eurostat
GHG	Sera Gazı Emisyonu	OECD
CAV	Döngüsel Ekonomi Sektörlerine Yapılan Özel Yatırım ve Katma Değer	Eurostat

Kaynak: (Tablo yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Metodoloji ve Ampirik Bulgular

Panel veri analizinde, paneli oluşturan yatay kesit birimlerinin (ülkelerin) bağımsız olması, ampirik sonuçlarda yanlı ve tutarsız bulgulara yol açabilmektedir. Yatay kesit bağımsızlığı, bir yatay kesit birimine (örneğin, bir ülkeye) uygulanan ya da buradan kaynaklanan bir şokun tüm ülkeleri aynı ölçüde etkileme

düzeyini tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, herhangi bir ülkede yaşanan makroekonomik şokların başka ülkeler üzerinde etkili olmadığı olasılığına dayanmaktadır. Ancak, uluslararası piyasalardaki en küçük dalgalanmaların bile ülkelerin ekonomileri üzerinde doğrudan etkiler yarattığı göz önüne alındığında, yatay kesit bağımlılığı daha gerçekçi bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Temurlenk ve Erdik, 2023). Yatay kesit bağımlılığını analiz etmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar arasında Breusch ve Pagan (1980) tarafından önerilen Lagrange Çarpanı (Lagrange Multiplier, LM) testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD_{LM} testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından sapması düzeltilmiş LM_{adj} (Adjusted Cross-sectional Dependence Lagrange Multiplier) testi bulunmaktadır. Bu çalışmada, veri setinin özelliklerine uygun olarak Pesaran (2004) CD testi kullanılmıştır. Söz konusu test, hem zaman boyutunun yatay kesit boyutundan hem de yatay kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu durumlarda uygulanabilmektedir. Son olarak, yatay kesit bağımlılığı test edilmeden elde edilen sonuçların yanıltıcı veya tutarsız olabileceği göz ardı edilmemelidir. Pesaran (2004) CD test istatistiği, Denklem (2)'de sunulmaktadır.

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

Pesaran (2004) CD test istatistiğine ait hipotezler;

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı bulunmamaktadır.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır.

Test sonuçlarından elde edilen olasılık değerinin %5 istatistiksel önem düzeyinden küçük olması durumunda H_0 hipotezi reddedilmektedir. Hipotezin reddedilmesi, paneli oluşturan ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı bulunduğunu göstermektedir. Bu kapsamda, ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması zorunlu hale gelmektedir. Serilere ait Pesaran (2004) CD test istatistiklerine ilişkin ampirik sonuçlar [Tablo 3](#)'te sunulmuştur.

Tablo 3

Yatay Kesit Bağımlılığı Test Bulguları

Test	İstatistik	Olasılık
LM	86,58	0,000
LM adj*	23,96	0,000
LM CD*	9,176	0,000

Kaynak: (Tablo analiz sonucu yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

[Tablo 3](#)'te verilen bulgulara göre olasılık değerlerinin %5 anlamlılık önem düzeyinden küçük olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuca göre analizde yatay kesit bağımlılığının olduğu söylenilebilir. Bu kapsamda temel hipotez olan H_0 reddedilerek alternatif H_1 kabul edilmektedir. Araştırmaya konu olan ülkelere herhangi birinde yaşanacak bir şok dalgasının diğer ülkeleri yakından etkileyeceği sonucuna ulaşılabilir. Yatay kesit bağımlılığının olması ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Fakat bu testlerden önce çalışmaya ilk olarak homojen ve heterojenlik analizlerinin yapılması gerekmektedir. Çünkü değişkenlere birim kök, eşbütünleşme veya nedensellik testlerinden hangilerinin uygulanabileceği homojen veya heterojenlik testlerinden elde edilen sonuçlara göre belirlenebilmektedir.

Panel veri analizinde eğim katsayılarının homojen veya heterojenlik durumuna karar verilmesine yönelik ilk ampirik çalışmalar Swamy (1970) ile başlamıştır. Pesaran ve Yamagata ise Swamy testini geliştirerek analize yeni bir bakış açısı kazandırmıştır.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Yukarıda verilen Denklem (3) bir eşbütünleşme analizine ait denklemdir. Burada β_i eğim katsayıları hakkında bilgiler vermektedir. Teste ait temel hipoteze ait bilgiler ise aşağıda verilmiştir.

$H_0: \beta_i = \beta$ Eğim katsayıları homojen bir yapıya sahiptir.

$H_1: \beta_i \neq \beta$ Eğim katsayıları homojen bir yapıya sahip değildir.

Eğim katsayılarının homojen veya heterojenlik durumuna karar verilmesine yönelik diğer çalışmalar ise Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen $\tilde{\Delta}$ ve $\tilde{\Delta}_{adj}$ testleri ile belirlenmiştir. Bu testler Denklem (4) ve (5)'te gösterilmiştir.

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{2K}} \right) \quad (4)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - E(\tilde{Z}_{it})}{\sqrt{Var(\tilde{Z}_{it})}} \right) \quad (5)$$

Denklemden yer alan $\tilde{S}$ düzeltilmiş Swamy istatistiğini, $\tilde{Z}_{it}$ sınırlı ortalama varyansa sahip rastgele bağımsız değişkenleri, $E(\tilde{Z}_{it})$ k'yı, $Var(\tilde{Z}_{it})$ ise $2k(T - k - 1)/T + 1$ 'i ifade etmektedir Buradan hareketle çalışmaya ilişkin delta homojenlik testi **Tablo 4**'te verilmiştir.

Tablo 4

Delta Homojenlik Testi Sonuçları

Test	Delta	P-value
$\tilde{\Delta}$	-1,066	0,287
$\tilde{\Delta}_{adj}$	-1,389	0,165

Kaynak: (Tablo analiz sonucu yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Tablo 4'te yer alan delta homojenlik test sonuçları incelendiğinde p-value değerinin %5'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda homojenlik varsayımını kabul eden temel hipotezin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Belirlenen homojenlik durumunda yapılacak birim kök testi hem homojen hem de heterojenlik sonuçlarını veren Bootstrap Hadri ikinci nesil birim kök testinin uygulanmasına karar verilmiş olup, bu teste ait bulgular **Tablo 5**'te gösterilmiştir.

Tablo 5

Bootstrap Hadri İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

	GDP	MFP	REC	TRA	GHG	CAV
Z-stat	[2,534] (0,006)	[2,085] (0,019)	[3,930] (0,000)	[4,018] (0,000)	[4,075] (0,000)	[4,537] (0,000)
P-chi	[16,910] (0,076)	[15,580] (0,112)	[20,591] (0,024)	[20,772] (0,023)	[21,293] (0,019)	[22,297] (0,014)
P-normal	[1,545] (0,061)	[1,248] (0,106)	[2,368] (0,009)	[2,409] (0,008)	[2,525] (0,006)	[2,750] (0,003)
Choi-normal	[-1,982] (0,024)	[-1,751] (0,040)	[-2,522] (0,006)	[-2,559] (0,005)	[-2,639] (0,004)	[-2,771] (0,003)

(Tablo analiz sonucu yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Bootstrap Hadri birim kök testi, ikinci nesil birim kök testidir ve fark alma işlemi bulunmamaktadır. Bu sebeple, diğer birim kök testlerine göre farklılık göstermektedir. Değişkenlerin birinci farkında durağan hale geldiği ise seviyede bakılan olasılık değerlerinden anlaşılmaktadır. Seviyede bakılan olasılık değerleri %5 anlamlılık düzeyinden küçükse birim kök içerdiği, %5 anlamlılık düzeyinden büyükse seviyede durağan olduğu anlaşılmaktadır. Buna ek olarak, Bootstrap Hadri birim kök testi, diğer birim kök testlerine göre temel

hipotez açısından farklılık göstermektedir. Temel hipotez; durağan olduğu yönündedir ve alternatif hipotez ise birim kök içerdiğini ifade etmektedir.

H_0 : Birim kök içermemektedir.

H_1 : Birim kök içermektedir.

Bu testte dört farklı sonuç elde edilmektedir. Bunlardan p-chi, p-normal ve choi-normal testleri heterojen bulguları, z-stat ise homojen bulguları göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuç homojen olduğu için z-stat değerinin olasılık değeri yorumlanacaktır. **Tablo 5'**te bütün değişkenlerin z-stat olasılık değerleri incelendiğinde bu değerlerin %5 anlamlılık seviyesinden küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle bütün değişkenlerin seviyede birim köke sahip olduğu, H_0 'ın reddedilerek H_1 'in kabul edilmesi gerektiği ve değişkenlerin birinci farkında durağan hale geldiği anlaşılmaktadır. İkinci nesil eşbütünleşme testlerinden biri olan Westerlund ECM (Error Correction Model) eşbütünleşme testiyle de değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı analiz edilecektir.

Westerlund ECM eşbütünleşme testi Westerlund (2007) tarafından geliştirilmiştir. Yatay kesit bağımlılığını dikkate almak için 'bootstrap' dağılımından elde edilen sonuçlar dikkate alınmış ve tabloda bu değerlere yer verilmiştir. Analize konu olan ve modele uygulanan panel veri analizinde eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı yönündeki karardan önce aşağıda verilen Denklem (6) ve (7) yardımı ile grup ortalama istatistikleri tahmin edilmektedir.

$$G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\alpha_i}{se(\alpha_i)} \sim N(0, 1) \quad (6)$$

$$G_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T\alpha_i}{\alpha(1)} \sim N(0, 1) \quad (7)$$

Grup ortalama istatistikleri için tanımlanan hipotezler ise şunlardır;

$H_0 : \alpha_i = 0$; Tüm yatay kesitler için eşbütünleşme söz konusu değildir.

$H_1 : \alpha_i < 0$; Bazı yatay kesitler arasında eşbütünleşme söz konusudur.

H_0 hipotezinin reddedilmesi durumunda yatay kesitlerden en az biri için değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu ispatlamaktadır.

Panel eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesine yönelik geliştirilen bir diğer yöntem ise hata düzeltme katsayısı ve bunun standart hatasının hesaplanmasıdır.

$$P_t = \frac{\alpha_i}{se(\alpha_i)} \sim N(0, 1) \quad (8)$$

$$P_a = T_\alpha \sim N(0, 1) \quad (9)$$

Yukarıda verilen Denklem (8) ve (9)'a göre tanımlanan hipotezler şunlardır;

$H_0 : \alpha_i = 0$; Tüm yatay kesitler için eşbütünleşme söz konusu değildir.

$H_1 : \alpha_i = \alpha < 0$; Tüm yatay kesitler için eşbütünleşme mevcuttur.

H_0 hipotezinin kabul edilmemesi durumu panel analizin tamamını oluşturan değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu ispatlamaktadır.

Tablo 6*Westerlund ECM Eşbütünleşme Test Sonuçları*

Bağımlı Değişken: GDP	İstatistik		NoCD		Bootstrap Değeri	
	p-tau	p-alpha	p-tau	p-alpha	p-tau	p-alpha
MFP	-3,604	-12,458	0,000	0,000	0,008	0,006
REC	-2,495	-10,347	0,006	0,000	0,005	0,002
TRA	-3,639	-10,780	0,000	0,000	0,001	0,000
GHG	-3,527	-12,337	0,000	0,000	0,000	0,001
CAV	-4,943	-11,582	0,000	0,000	0,004	0,000

(Tablo analiz sonucu yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Westerlund ECM eşbütünleşme testi, temel hipotezde eşbütünleşmenin olmadığı yönünde iken alternatif hipotez ise eşbütünleşmenin olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca Westerlund ECM eşbütünleşme testinde dört farklı sonuca ulaşılmaktadır. Bu sonuçlar g-tau, g-alpha, p-tau ve p-alpha olarak adlandırılmaktadır. Analize konu olan çalışmada yatay kesit bağımlılığının olması ve yapılan delta testi ile heterojen sonuca ulaşılması bootstrapı oluşturan p-tau ve p-alpha sonuçlarına göre analizin değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda Tablo 6'da yer alan sonuçlara göre; %5 anlamlılık düzeyinde ekonomik büyüme ile geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, kişi başına malzeme ayak izi, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, sera gazı emisyonu ve döngüsel ekonomi sektörlerine yapılan özel yatırım ve katma değer arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Pesaran (2006) panel veri analizlerinde CCEMG ve CCEP (Common Correlated Effects Pooled) adlı tahminciler geliştirmiştir. Çalışmada kullanılan CCEMG tahmincisi bireysel CCE tahmincilerinin basit bir ortalamasıdır ve bu iki tahmin yöntemine ait uzun vadeli katsayılar aşağıda yer alan Denklem (10) ve (11)'de ifade edilmektedir.

$$\hat{b}_{CCEMG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N b_i \quad (10)$$

$$\hat{b}_{CCEP} = \left(\sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w X_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w Y_i \quad (11)$$

Modellerde kullanılan $\hat{b}_i$ her bir yatay kesit birimi için CCE tahminini, θ_i ve N^{-1} ağırlık matrisini ifade etmektedir. Bu yöntem, zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük ya da küçük olduğu durumlarda tutarlı olan, asimtotik normal dağılım sergileyen sonuçlara sahip ve yatay kesit birimleri için ayrı ayrı uzun dönem denge değerlerini hesaplayabilen bir tahmincidir (Pesaran, 2006).

Tablo 7*Panel CCEMG Test Sonuçları*

Bağımlı Değişken: GDP			
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Olasılık
MFP	0.107	0.372	0.773
REC	0.150	0.179	0.400
TRA	-1.090	9.580	0.254
GHG	2.235	0.929	0.016
CAV	0.000	0.000	0.795

(Tablo analiz sonucu yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Tablo 7'de uzun dönem eşbütünleşme katsayıları tahminine ait sonuçlar yer almaktadır. Bu sonuçlardan hareketle GHG değişkeninde yaşanan bir birimlik artışın GDP bağımlı değişkenini 2.235 birim artıracığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun en temel nedeni; sera gazlarında yaşanan artışların sanayileşmenin bir sonucu olarak yansımalarıdır. Diğer bağımsız değişkenlere ait olasılık değerlerinin ise %5 anlamlılık seviyesinden büyük olması nedeniyle katsayılar hakkında herhangi bir yorum yapılamamıştır.

Değişkenler arasında kısa veya uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığının yanı sıra, aralarında bir nedensellik ilişkisinin bilinmesi değişkenler hakkında doğrudan bilgi vermektedir. Granger tarafından kurulan nedensellik ilişkisi Denklem (12) ve Denklem (13)'de ifade edilmiştir (Granger, 1969).

$$X_t = \sum_{j=1}^m a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^m c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + \sigma_t \quad (13)$$

Tablo 8
Granger Nedensellik Test Sonuçları

Hipotezler	X ² Test İstatistiği	Olasılık
ΔMFP, ΔGDP'nin nedeni değildir.	12.925	0.001*
ΔGDP, ΔMFP'nin nedeni değildir.	11.672	0.002*
ΔREC, ΔGDP'nin nedeni değildir.	0.229	0.8914
ΔGDP, ΔREC'nin nedeni değildir.	2.382	0.303
ΔTRA, ΔGDP'nin nedeni değildir.	9.893	0.007*
ΔGDP, ΔTRA'nin nedeni değildir.	7.114	0.028**
ΔGHG, ΔGDP'nin nedeni değildir.	1.340	0.511
ΔGDP, ΔGHG'nin nedeni değildir.	13.660	0.001*
ΔCAV, ΔGDP'nin nedeni değildir.	1.493	0.474
ΔGDP, ΔCAV'nin nedeni değildir.	5.949	0.051***

Not: (*), (**) ve (***) simgeleri sırasıyla %, %5 ve %10 istatistiksel önem düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir. Uygun gecikme uzunluğu ise 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 8'de, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerine dair elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Bu sonuçlar, ekonomik büyüme (GDP) ile kişi başına malzeme ayak izi (MFP) ve geri dönüştürülebilir hammadde ticareti (TRA) arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. ΔMFP ile ΔGDP arasındaki ilişki, X² test istatistiği 12.925 ve olasılık değeri 0.001 ile %1 düzeyinde anlamlıdır. Benzer şekilde, ΔTRA ile ΔGDP arasındaki nedensellik ilişkisi de X² test istatistiği 9.893 ve olasılık değeri 0.007 ile %1 düzeyinde anlamlıdır. Ekonomik büyümenin (GDP), sera gazı emisyonu (GHG) ve döngüsel ekonomi sektörlerine yapılan özel yatırımlar ve katma değer (CAV) üzerinde nedensel bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. ΔGDP ile ΔGHG arasındaki nedensellik ilişkisi, X² test istatistiği 13.660 ve olasılık değeri 0.001 ile %1 düzeyinde anlamlıdır. Ayrıca, ΔGDP ile ΔCAV arasındaki ilişki de X² test istatistiği 5.949 ve 0.051 olasılık değeriyle %10 düzeyinde anlamlıdır. Bu sonuçlar, ekonomik büyümenin (GDP) çevresel faktörler ve döngüsel ekonomi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç ve Politika Önerileri

Döngüsel ekonomi çevresel sürdürülebilirliği ön plânda tutan ve doğanın yenilenmesi ve iyileştirilmesi gerektiği anlayışına dayanan bir konudur. Bu anlayış gelecek kuşaklara daha yaşanabilir ve temiz bir dünya bırakılmasını hedeflemektedir. Dolayısıyla ülkelerin sürdürülebilir ve yenilenebilir politikalarının bu anlayış

üzerinden plânlanması gerektiğine dikkat çekmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde uygulama alanlarının genişlemeye başlaması döngüsel ekonomi kavramının önemli hale geldiğini ispatlamaktadır. AB Komisyonu 2015 ve 2020 Eylem Plânında doğal kaynakların kullanımına yönelik detaylı açıklamalara yer vererek birincil hammadde kullanımının ciddi oranda azaltılmasını sağlamıştır. 2030 yılına kadar AB'nin döngüsel malzeme kullanım oranlarının artırılması gerektiği ve 2050 yılına kadar ise iklim nötrlüğüne ulaşmak için döngüsel ekonomi anlayışının uygulama alanlarının genişletilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bu kapsamda çalışmanın örneklem grubunu oluşturan Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Hollanda ülkeleri için 2005-2021 yıllık veriler kullanılarak panel veri analizi uygulanmıştır. Örneklem grubu seçilirken hem IMF'nin raporu dikkate alınmış hem de döngüsel ekonomi politikalarının diğer AB ülkelerine kıyasla daha fazla uygulamakta lider ülke konumunda olan ülkeler ön plânda tutulmuştur. Çalışmanın bağımlı değişkeni ekonomik büyüme ile bağımsız değişkenlerini ifade eden ve ayrıca döngüsel ekonominin alt bileşenlerini oluşturan; kişi başına malzeme ayak izi, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, sera gazı emisyonu ve döngüsel ekonomi sektörlerine yapılan özel yatırım ve katma değer arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Ardından kurulan modele yatay kesit bağımlılığı sınaması yapılmış ve yatay kesitin bağımlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu kapsamda analize Delta homojenlik testi yapılarak devam edilmiş ve modelin homojen olduğuna karar verilmiştir. Elde edilen bu bilgi ile modele ikinci nesil birim kök testinin uygulanabileceği anlaşılmıştır. Değişkenlere uygulanan ikinci nesil birim kök testlerinden biri olan Bootstrap Hadri birim kök testi sonuçlarına göre değişkenlerin farkı alındığında durağan hale geldiği tespit edilmiş ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını sınamaya yönelik Westerlund ECM eşbütünleşme testi yapılmıştır. Bu analiz ile değişkenler arasında anlamlı ve uzun dönemli bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Ardından, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçları, ekonomik büyüme ile kişi başına malzeme ayak izi ve geri dönüştürülebilir hammadde ticareti arasında çift yönlü bir nedensellik bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, ekonomik büyümenin, sera gazı emisyonları, döngüsel ekonomi sektörlerine yapılan özel yatırımlar ve katma değer üzerinde belirleyici bir etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Elde edilen bu bulgular, literatürde yer alan (Georgescu, vd., 2022; Sverko vd., 2020; Kapçak, 2024) çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, ekonomik büyüme hedefleri ile döngüsel ekonomi uygulamaları arasındaki pozitif ilişkiyi güçlendirmek amacıyla çeşitli politika önerileri geliştirilmelidir. Öncelikle, hükümetler döngüsel ekonomi uygulamalarını teşvik eden düzenleyici çerçeveler oluşturmalı ve bu çerçeveler doğrultusunda vergi teşvikleri ile mali destek mekanizmaları geliştirilmelidir. Ayrıca, kamu ve özel sektör işbirlikleri aracılığıyla döngüsel ekonomi projelerinin finansmanı sağlanmalı ve bu projelerin yaygınlaştırılması için bilgi paylaşımı teşvik edilmelidir. Eğitim ve farkındalık artırma programları düzenlenerek, toplumun döngüsel ekonomi konusundaki bilgisi ve duyarlılığı artırılmalı; işletmelere döngüsel uygulamaları benimsemeleri için gerekli kaynaklar sunulmalıdır. Son olarak, döngüsel ekonomi hedefleri, ulusal ve yerel kalkınma planlarının bir parçası haline getirilmeli ve bu hedeflerin izlenmesi için somut göstergeler belirlenmelidir. Bu politikalar, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyerek, ekonomik büyümeyi çevresel etkileri minimize edecek bir çerçevede yönlendirebilir. Bu çalışmanın kısıtları arasında, analizde kullanılan değişkenlerin sayısının sınırlı olması ve belirli bir veri aralığına dayanması yer almaktadır. Ayrıca, yalnızca beş AB ülkesinin incelenmesi, bulguların genelleştirilebilirliğini kısıtlayabilir. Bunun yanı sıra, ekonomik büyüme ile döngüsel ekonomi arasındaki ilişkiyi ele alan bu çalışma, döngüsel ekonominin sosyal ve çevresel boyutlarına dair derinlemesine bir analiz sunmamaktadır. Dolayısıyla, ilerleyen araştırmalarda daha kapsamlı veri setleri ve farklı ülkelerin analiz edilmesi, elde edilen sonuçların geçerliliğini artırabilir.



Hakem Değerlendirmesi	Dış bağımsız.
Yazar Katkısı	Çalışma Konsepti/Tasarım- M.E., Y.K.; Veri Toplama- M.E., Y.K.; Veri Analizi/Yorumlama- M.E., Y.K.; Yazı Taslağı- M.E., Y.K.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- M.E., Y.K.; Son Onay ve Sorumluluk- M.E., Y.K.
Çıkar Çatışması	Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.
Finansal Destek	Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Peer Review	Externally peer-reviewed.
Author Contributions	Conception/Design of Study- M.E., Y.K.; Data Acquisition- M.E., Y.K.; Data Analysis/Interpretation- M.E., Y.K.; Drafting Manuscript- M.E., Y.K.; Critical Revision of Manuscript- M.E., Y.K.; Final Approval and Accountability- M.E., Y.K.
Conflict of Interest	Authors declared no conflict of interest.
Grant Support	Authors declared no financial support.

Yazar Bilgileri

Author Details

Merve Ekici

¹ Çukurova Üniversitesi Kozan Meslek Yüksekokulu, Finans-Bankacılık ve Sigortacılık, Adana, Türkiye

 0000-0002-0974-3498

 mekici@cu.edu.tr

Yusuf Kahreman

² Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Zara Veysel Dursun Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Bankacılık ve Finans Bölümü, Sivas, Türkiye

 0000-0001-5968-5081

Kaynakça | References

- Androniceanu, A., Kinnunen, J., & Georgescu, I. (2021). Circular economy as a strategic option to promote sustainable economic growth and effective human development. *Journal of International Studies*, 14(1), 2071-8330. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2021/14-1/4>
- Apaydın, Ş. (2020). OECD ülkelerinde atık yönetimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: bir panel kantil regresyon yaklaşımı. *Third Sector Social Economic Review*, 55(1), 300-312. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.20.02.1288>
- Apostu, S.A., Gigauri, I., Panait, M., & Martín-Cervantes, P. A. (2023). Is Europe on the way to sustainable development? Compatibility of green environment, economic growth, and circular economy issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1078. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021078>
- Ateş, E. (2021). Döngüsel ekonomi kapsamında GSYİH ile geri dönüşüm ilişkisi: Avrupa Birliği ülkeleri örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 67, 125-137. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.782974>
- Bayramoğlu, Z., Tekin, M., & Ağızan, K. (2018). Türkiye’de biyoekonomi girişimciliğinin tarımdaki önemi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21, 227-236. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.472161>
- Bocken, N.M.P., Olivetti, E.A., Cullen, J.M., Potting, J., & Lifset, R. (2017). Taking the circularity to the next level: a special issue on the circular economy: taking circularity to the next level. *J Ind Ecol*, 21, 476-482. <https://doi.org/10.1111/jiec.12606>
- Bonciu, F. (2014). The European economy: From a linear to a circular economy. *Romanian Journal of European Affairs*, 14(4), 78-91. <https://ssrn.com/abstract=2534405>
- Breusch, T.S., & Pagan, A.R. (1980). The lagrange multiplier test and its application to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Busu, M. (2019). Adopting circular economy at the European Union level and its impact on economic growth. *Social Sciences*, 8(5), 159. <https://doi.org/10.3390/socsci8050159>
- Busu, M., & Trica, C.L. (2019). Sustainability of circular economy indicators and their impact on economic growth of the European Union. *Sustainability*, 11(19), 5481. <https://doi.org/10.3390/su11195481>
- Chen, C.C., & Pao, H.T. (2022). The causal link between circular economy and economic growth in EU-25. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(50), 76352-76364. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21010-6>
- Chen, Z., Chen, S., Liu, C., Nguyen, L.T., & Hasan, A. (2020). The effects of circular economy on economic growth: A quasi-natural experiment in China. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122558. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122558>

- Corona, B., Shen, L., Reike, D., Carreón, J.R., & Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy-A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104498. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104498>
- Çırak, A.N. (2021). Almanya özelinde döngüsel ekonomi perspektifinden GSYİH ve geri dönüşüm ilişkisi: Zaman serileri analizi. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(4), 816-836. <https://doi.org/10.52835/19maysbd.969967>
- Erdoğan, E. (2013). Implications of liberalization policies on government support to R&D: Lessons from electricity markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17, 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.09.030>
- European Commission (2018). *Impacts of circular economy policies on the labour market*. Cambridge Econometrics, Trinomics, and ICF.
- Ferreira Gregorio, V., Pié, L., & Terceño, A. (2018). A systematic literature review of bio, green and circular economy trends in publications in the field of economics and business management. *Sustainability*, 10(11), 4232. <https://doi.org/10.3390/su10114232>
- Fındık, D. (2023). AB ülkelerindeki döngüsel ekonomi uygulamalarının firma performansına etkisi üzerine ampirik bir çalışma. *Verimlilik Dergisi*, 37-52. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1098885>
- Gedik, Y. (2020). Döngüsel ekonomiyi anlamak: Teorik bir çerçeve. *Turkish Business Journal*, 1(2), 110-137.
- Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts-a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771-782. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M., & Hultink, E.J. (2017). The circular economy-A new sustainability paradigm?. *Journal of cleaner production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geng, Y., & Doberstein, B. (2018). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving leapfrog development. *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 231-239. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6>
- Georgescu, I., Kinnunen, J., & Androniceanu, A.M. (2022). Empirical evidence on circular economy and economic development in Europe: a panel approach. *Journal of Business Economics and Management*, 23(1), 199-217. <https://hdl.handle.net/10419/317553>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Golub, R., & Townsend, J. (1977). Malthus, multinationals and the club of Rome. *Social Studies of Science*, 7(2), 201-222. <https://doi.org/10.1177/03063127700700204>
- Grace, R., Turner, R.K., & Walter, I. (1978). Secondary materials and international trade. *Journal of Environmental Economics and Management*, 5(2), 172-186. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(78\)90025-6](https://doi.org/10.1016/0095-0696(78)90025-6)
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37, No: 3. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Gregson, N., Crang, M., Fuller, S., & Holmes, H. (2015). Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. *Economy and Society*, 44(2), 218-243. <https://doi.org/10.1080/03085147.2015.1013353>
- Hedefler İçin İş Dünyası Platformu & DCube Döngüsel Ekonomi Kooperatifi. (2020). İşletmeler için döngüsel ekonomi rehberi, Erişim adresi: <https://www.business4goals.org/wp-content/uploads/2021/03/%C4%B0sletmeler-icin-Dongusel-Ekonomi-Rehberi.pdf>, Erişim tarihi (22.12.2024).
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N.U., & Laurenti, R. (2020). Circular economy innovation and environmental sustainability impact on economic growth: An integrated model for sustainable development. *Sustainability*, 12(12), 4831. <https://doi.org/10.3390/su12124831>
- IMF. (2024). *World economic outlook steady but slow: Resilience amid divergence*. World Economic Outlook, Washington.
- Kapçak, S. (2024). Döngüsel ekonomi bileşenlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi: Panel veri analizi. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 8(1), 124-138. <https://doi.org/10.29216/ueip.1425770>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources Conservation and Recycling*, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Knäble, D., de Quevedo Puente, E., Pérez-Cornejo, C., & Baumgärtler, T. (2022). The impact of the circular economy on sustainable development: A European panel data approach. *Sustainable Production and Consumption*, 34, 233-243. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.016>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Larsen, A.W., Merrild, H., & Christensen, T.H. (2009). Recycling of glass: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management ve Research*, 27(8), 754-762. <https://doi.org/10.1177/0734242X09342148>
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, 115, 36-51. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>

- Lin, B.C.A. (2020). Sustainable growth: a circular economy perspective. *Journal of Economic Issues*, 54(2), 465-471. <https://doi.org/10.1080/00213624.2020.1752542>
- Lundvall, B. A. (1996). The Social Dimension of the Learning Economy, *DRUID Working Papers*, 96(1). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.66537>
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 23-44.
- McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Kemp, R., & Doménech, T. (2017). Circular economy policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 651-661. <https://doi.org/10.1111/jiec.12597>
- Önder, H. (2018). Sürdürülebilir kalkınma anlayışında yeni bir kavram: Döngüsel ekonomi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204.
- Patricio, J., Axelsson, L., Blomé, S., & Rosado, L. (2018). Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. *Journal of cleaner production*, 202, 1120-1130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.230>
- Pelău, C., & Chinie, A.C. (2018). Econometric model for measuring the impact of the education level of the population on the recycling rate in a circular economy. *Amfiteatru Economic*, 20(48), 340-355. <https://doi.org/10.24818/EA/2018/48/340>
- Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *University of Cambridge Working Paper*, 0435. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>
- Pesaran, M.H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00692.x>
- Pesaran, M.H., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>
- Reike, D., Vermeulen, W.J.V., & Witjes, S. (2018). The circular economy: new or refurbished as ce 3.0? Exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. *Resour Conserv Recycl*, 135, 246-264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Rombach, G. (2013). Raw material supply by aluminium recycling-Efficiency evaluation and long-term availability. *Acta Materialia*, 61(3), 1012-1020. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.08.064>
- Sabău-Popa, C.D., Bele, A.M., Dodescu, A.O., & Boloş, M.I. (2022). How does the circular economy applied in the European Union support sustainable economic development?. *Sustainability*, 14(16), 9932. <https://doi.org/10.3390/su14169932>
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., & Kendall, A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, 207, 542-559. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014>
- Sapmaz Veral, E. (2018). Döngüsel ekonomiye geçiş doğrultusunda yeni tedbirler ve AB üye ülkelerinin stratejileri. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 17(2), 463-488. <https://doi.org/10.32450/aacd.511998>
- Sapmaz Veral, E., & Yiğitbaşıoğlu, H. (2018). Avrupa Birliği atık politikasında atık yönetiminden kaynak yönetimi yaklaşımına geçiş yönelimleri ve döngüsel ekonomi modeli. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 6(1), 1-19. https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000082
- Sassanelli, C., Rosa, P., Rocca, R., & Terzi, S. (2019). Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. *Journal of cleaner production*, 229, 440-453. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.019>
- Schultz, F.C., & Pies, I. (2024). The circular economy growth machine: A critical perspective on 'post growth' and 'pro growth' circularity approaches. *Journal of Industrial Ecology*, 28(1), 17-24. <https://doi.org/10.1111/jiec.13450>
- Sikder, M., Wang, C., Rahman, M.M., Yeboah, F.K., Alola, A.A., & Wood, J. (2024). Green logistics and circular economy in alleviating CO₂ emissions: Does waste generation and GDP growth matter in EU countries?. *Journal of Cleaner Production*, 449, 141708. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141708>
- Singh, J., & Ordoñez, I. (2016). Resource recovery from post-consumer waste: Important lessons for the upcoming circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 134, 342-353. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.020>
- Sverko, G.Z., Krstinic, N.M., & Rudan, E. (2020). Circular economy concept in the context of economic development in EU countries. *Sustainability*, 12(7), 3060. <https://doi.org/10.3390/su12073060>
- Swamy, P.A. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 311-323.
- Temurlenk, M.S., & Erdik, S.Ş. (2023). İklim değişikliğinin tarımsal katma değer üzerine etkisi: Akdeniz ülkeleri üzerine bir panel veri analizi. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 24(2), 227-240. <https://doi.org/10.37880/cumuiibf.1231640>
- Torasa, C., & Mekhum, W. (2020). Impact of green logistics activities on circular economy: Panel data evidence from ASEAN. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(1), 239-245. <https://doi.org/10.59160/ijscm.v9i1.4298>
- Villoria Saez, P., Río Merino, M.D., Porras Amores, C., & San Antonio González, A.D. (2011). European legislation and implementation measures in the management of construction and demolition waste. *Open Construction ve Building Technology Journal*, 5(Suplem), 156-161. <https://doi.org/10.2174/1874836801105010156>



- Vută, M., Vuță, M., Enciu, A., & Cioacă, S.I. (2018). Assessment of the circular economy's impact in the EU economic growth. *Amfiteatru Economic*, 20(48), 248-261. <https://doi.org/10.24818/EA/2018/48/248>
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69, 709-748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>
- Yan, J., & Feng, C. (2014). Sustainable design-oriented product modularity combined with 6R concept: A case study of rotor laboratory bench. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 95-109. <https://doi.org/10.1007/s10098-013-0597-3>

