



ISSN 1304-8120 | e-ISSN 2149-2786

**Araştırma Makalesi \* Research Article**

**Geri Dönüşüm ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi:**

**Seçilmiş Avrupa Ülkelerinden Kanıtlar**

**The Relationship Between Recycling and Sustainable Development:**

**Evidence From Selected European Countries\***

**Serap BOLAYIR**

Öğr. Gör. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Şarkışla Aşık Veysel MYO  
sbolayir@cumhuriyet.edu.tr  
Orcid ID: 0009-0002-4972-2787

**İlhan EROĞLU**

Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü  
ilhan.eroglu@gop.edu.tr  
Orcid ID: 0000-0003-4711-1165

**Öz:** Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmayı sağlayacak bir üretim modeli olarak görülen döngüsel ekonomi, atık maddelerin geri dönüşüm yoluyla ekonomiye tekrar kazandırılmasıdır. Döngüsel ekonomik sistemdeki 3R yaklaşımı, Recycle (geri dönüşüm), Reuse (yeniden kullanma) ve Reduce (azaltma) aşamalarını temsil etmektedir. Dolayısıyla geri dönüşüm oranları, döngüsel ekonominin en önemli bileşenlerindendir. Literatürde geri dönüşüm oranlarının ekonomik kalkınma ya da sürdürülebilir kalkınma üzerine etkisini analiz eden çalışmalar, yok denecek kadar azdır. Bu çalışmanın amacı; 2010–2020 dönemini kapsayan veri seti ile seçilmiş 30 Avrupa ülkesi ve Türkiye’de, geri dönüşüm oranlarının sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini araştırarak literatüre katkıda bulunmaktır. Panel veri analizi ile yapılan çalışmada, Driscoll- Kraay dirençli tahmincisi kullanılmıştır. Çalışmada sürdürülebilir kalkınmayı temsilen iki model kurulmuştur: İlk modelin bağımlı değişkeni kişi başına düşen GSYİH olup ekonomik etkiyi ele almakta, ikinci modelin bağımlı değişkeni ise İnsani Gelişim Endeksi (İGE) olup sosyoekonomik etkiyi incelemektedir. Bağımsız değişkenler her iki modelde ortak olup geri dönüşüm oranlarını temsilen; belediye atıklarının, ambalaj türüne göre ambalaj atıklarının, elektronik atık ve biyoatık geri dönüşüm oranı ile üretimde döngüsel malzeme kullanım oranı ve yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjinin payı kullanılmıştır. Çalışmada kurulan modellerin sonuçlarına göre; ülkelerin geri dönüşüm oranlarının, kişi başına düşen GSYİH ve İGE değerlerini beklentiyle uyumlu bir şekilde olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilir kalkınma, döngüsel ekonomi, geri dönüşüm oranları.

**Abstract:** Circular economy, which is seen as a production model to achieve sustainable development goals, is the recycling of waste materials into the economy. The 3R approach in circular economic system represents the stages of Recycle, Reuse and Reduce. Therefore, recycling rates are one of the most important components of circular economy. In the literature, there are almost no studies analyzing the impact of recycling rates on economic development or sustainable development. The aim of this study is to contribute to the literature by investigating the impact of recycling rates on sustainable development in 30 selected European countries and

\* Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında tamamladığı doktora tezinden üretilmiştir.

*Geliş Tarihi:*02.08.2024

*Kabul Tarihi:*25.12.2024

*Yayın Tarihi:*30.04.2025

*Atıf:* Bolayır, S. & Eroğlu, İ. (2025). Geri dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi: Seçilmiş Avrupa ülkelerinden kanıtlar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(1), 301-315. Doi: 10.33437/ksusbıd.1526893

---

Türkiye with a data set covering the period of 2010-2020. In the research conducted with panel data analysis, Driscoll-Kraay robust estimator is used. In the study, two models representing sustainable development are established: The dependent variable of the first model is GDP per capita and examines the economic impact, while the dependent variable of the second model is the Human Development Index (HDI) and examines the socioeconomic impact. The independent variables are common to both models and represent recycling rates; municipal waste, packaging waste by packaging type, electronic waste and bio-waste recycling rate, circular material utilization rate in production and the share of energy from renewable sources are used. According to the results of the models established in the study, it is observed that the recycling rates of countries positively affect the GDP per capita and HDI values in line with expectations.

**Keywords:** Sustainable development, circular economy, recycling rates.

---

## GİRİŞ

Ekonomik büyüme ile kalkınma arasında önemli farklılıklar vardır. Ekonomik büyüme, üretim ve milli gelirle ilgili bir kavram iken; ekonomik kalkınma kişi başına düşen hasılanın genişlemesinin yanı sıra, toplumun sosyokültürel yapısının gelişimini de içine alır. Yani ekonomik kalkınmada nitel ve nicel gelişim birlikte ele alınır (Dinler, 2008: 571). Bu bağlamda ekonomik kalkınma kavramı, Dünya Bankası'nın 1991 yılı kalkınma raporunda kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve insanın yaşam kalitesinin yükseltilmesi ön plana çıkarılmıştır. Sosyoekonomik sorunları çevresel kaygılarla birleştirme çabası olan sürdürülebilir kalkınma ise, yenilenebilen dolayısıyla tükenmeyen kaynakları kullanmaya dayalıdır (Gedik, 2020: 196).

Bahsi geçen rapor, daha kaliteli bir yaşam için; gelir düzeyi, beslenme imkânları, sağlık koşulları, eğitim fırsatları, fırsat eşitliği ve temiz çevre gibi bileşenleri; belirleyici olarak kabul etmiştir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) 1996 yılı İnsani Gelişme Raporu'nda; ekonomik büyümeyi ekonomik kalkınmaya giden bir yol, bir amaçtan ziyade bir araç olarak görmüştür (Güneş, 2016). Kalkınma; bir ekonomide halkın tüketim ve davranış kalıpları, dünya görüşü ve değer yargılarındaki değişimleri içeren; kurumsal ve toplumsal yapıda dönüşüme neden olan büyümedir (Kaypak, 2011: 22).

İnsani Gelişme Endeksi (İGE); 1990 yılından bu yana UNDP tarafından hazırlanan raporlarda, ülkelerin yaşam kalitesi ve standardını değerlendiren bir ölçü birimi olarak kullanılmaktadır (Gürses, 2009: 340). Ekonomik ve insani gelişme arasında kesin bir ayrım yapan İGE; insanların refah kaynaklarını artırmada salt gelirin değil, aynı zamanda sağlık ve eğitim fırsatlarının da önemini vurgulamaktadır (Gülel, Çağlar, Kangal, Karadeniz ve Yeşilyurt, 2017: 209). Özetle hem sosyoekonomik hem de sosyokültürel iyileşmeyi değerlendiren İGE, birçok ulusal ve uluslararası kuruluş tarafından benimsenmiş bulunmaktadır (Zor, 2020: 42).

Sürdürülebilir kalkınmanın sözlük anlamı; kalkınmanın devam etmesi, büyümenin sürdürülmesidir (Kılıç, 2013: 204). Dünya Bankası sürdürülebilir kalkınmayı, "süreklilik arz eden ve kuşaklar arasında eşitlik sağlamaya çalışan bir yaklaşım" şeklinde ifade etmiştir. Bu yaklaşım; kalkınmanın her aşamasında, sosyoekonomik ve çevresel politikaların bir arada değerlendirilmesini gerektirir (Oğuz, 2019: 6). Sürdürülebilir kalkınma kavramı, ihtiyaçlarla doğal kaynaklar arasındaki denge ya da dengesizliğin giderek doğal kaynakların aleyhine bozulması ve bu durumun gelecekte ağır sorunlara neden olabileceği endişesiyle gündeme gelmiştir. Kavramın genel kabul görmesi ve çerçevesinin çizilmesi süreci ise, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun hazırladığı Brundtland Raporu ile başlamıştır (Şen, Kaya ve Alpaslan, 2018: 42).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı; belirtildiği üzere ilk olarak 1987 yılında, dönemin Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında toplanan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından hazırlanan Ortak Geleceğimiz / Brundtland Raporu'nda: "Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" şeklinde tanımlanmıştır (Şahinöz, 2019: 80). Brundtland Raporu'nda nüfusun kontrolü, yoksulluğun önlenmesi, doğal kaynakların eşit kullanımı ve çevreci teknolojilerin geliştirilmesi; sürdürülebilir kalkınma ile ilişkilendirilmiştir (Aydın, 2019: 25). Rapora göre sürdürülebilir kalkınma yoksullukla mücadeleye öncelik vererek, gerek kaynakların tükenmesini gerek çevresel ve kültürel tahribatı gerekse sosyal açıdan istikrarsızlığı azaltmayı temel amaç edinmiştir (Gevher ve Acet, 2023: 226-227).

Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmayı sağlayacak bir üretim modeli olarak görülen döngüsel ekonomiyi ise, “atık maddelerin geri dönüşüm yoluyla ekonomiye tekrar kazandırılması” şeklinde tanımlamak mümkündür. Doğrusal ekonomik sistemin atık diye tanımladığı öge; döngüsel ekonomik sistemde kaynağa dönüştürülmek suretiyle, atık oluşumu önlenmeye çalışılmaktadır. Döngüsel ekonominin kaynak olarak değerlendirdiği atık; üretim, tüketim vb. faaliyetler sonucunda oluşan ve gereksiz olduğu düşünülerek bertaraf edilmek istenen her tür maddedir (Yıldız, 2019: 83-84).

Döngüsel ekonomik sistemi tanımlamada, “3R” ifadesi kullanılmaktadır. 3R; İngilizce Recycle (geri dönüşüm), Reuse (yeniden kullanma) ve Reduce (azaltma) kelimelerinin baş harfidir. Döngüsel ekonomideki bu 3R yaklaşımı, hem üretim hem de tüketim süreçleri için geçerlidir (Önder, 2018: 199-200). Bir faaliyet, bir ürün ya da herhangi bir şey sürdürülebilir ise; o yeniden kullanılabilir, tekrarlanabilir veya bir şekilde geri dönüşümü sağlanabilir (Şen vd., 2018: 5). Dolayısıyla geri dönüşüm kavramı, döngüsel ekonominin en önemli bileşenlerindendir.

Kaynak tüketimi ve atık üretimini azaltmanın başlıca yolu, geri kazanım ve yeniden kullanımdır. Hem üretim hem de tüketim süreçleri sonunda oluşan atıkları, yeniden değerlendirmek mümkündür. Tekrar değerlendirilme imkânı olan atıkları çeşitli işlemlerden geçirmek suretiyle; hammadde veya yan ürününe dönüştürerek, yeniden üretime katmaya “geri dönüşüm” adı verilir. Cam, kâğıt, plastik, pil, ahşap, demir, alüminyum, metal, vb. katı atıkların önemli bir kısmı; geri dönüştürülebilen ürünlerdir (Çimen ve Yılmaz, 2012: 65).

Tüketilen maddelerin geri dönüşüm halkasına tekrar katılması, öncelikle ham madde ihtiyacının azaltılmasını sağlar. Böylelikle nüfus artışına paralel bir şekilde artan tüketimin, dengesini bozmak suretiyle doğaya zarar vermesinin önüne geçilir. Ayrıca geri dönüştürülebilen maddelerin yeniden ham madde olarak kullanılması, önemli ölçüde enerji tasarrufu da sağlar. Savaşlar nedeniyle ortaya çıkan kaynak sıkıntısı, geri dönüşüm ihtiyacının doğmasında etkin rol oynamıştır. Büyük devletler, II. Dünya Savaşı devam ederken ülke çapında geri dönüşüm kampanyaları başlatmış; vatandaşlarını bilhassa metal ve fiber maddeleri toplama konusunda özendirmişlerdir (TÜDAM, 2016: 5).

Geri dönüşüm oranlarının sürdürülebilir kalkınma üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığı hipotezinin sırandığı bu çalışma; giriş kısmı haricinde literatür incelemesi, ekonometrik uygulama, sonuç ve öneriler bölümlerinden oluşmaktadır. Geri dönüşüm oranları ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi üzerine alan yazındaki sınırlı çalışmalar göz önüne alındığında, bu çalışmanın literatüre kayda değer bir katkı sunacağı düşünülmektedir.

## LİTERATÜR İNCELEMESİ

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarına ilişkin literatüre bakıldığında; bu kavramların gerek ulusal gerekse uluslararası alanda, 20. yüzyılın son dönemlerinden itibaren popülerlik kazandığı görülmektedir. Literatürde özellikle sürdürülebilir kalkınma konusunda çok sayıda çalışma mevcuttur. Çevre kirliliğinin artması, buzulların erimesi, şiddetli ve ani doğa olaylarının görülmesi vb. nedenlerle; son yıllarda döngüsel ekonomi ve geri dönüşüm kavramlarına da ilgi artmıştır. Bu bölümde, söz konusu kavramlarla ilgili bazı çalışmalara ana hatlarıyla değinilmiştir.

Su vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada; döngüsel ekonomi politikalarının ekonomik büyümeye olan etkisi, Çin örneği üzerinden analiz edilmiştir. Yazarlar; döngüsel ekonominin merkezi hükümet tarafından önerilen bir sürdürülebilir kalkınma stratejisi olduğunu ve resmi olarak 2002’de kabul edilen bu stratejinin, Çin’de bir dizi pilot bölgede uygulandığını ve geliştirildiğini dile getirmişlerdir. Dalian, Pekin, Şanghay ve Tianjin gibi pilot şehirlerin karşılaştırıldığı çalışma sonucunda; atık yönetimi politikalarının ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Çemrek ve Bayraç (2013) çalışmalarında; sürdürülebilir kalkınma göstergeleri kullanarak Bağımsız Devletler Topluluğu, Baltık Cumhuriyetleri ve Rusya için bir “sürdürülebilir kalkınma skoru” geliştirmeye çalışmış ve bu amaçla Temel Bileşenler Analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, söz konusu ülkeler için elde edilen sürdürülebilir kalkınma skor değerleri ile Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan İnsani Gelişim Endeksi (İGE) değerleri arasındaki ilişki karşılaştırılmış; iki skor arasındaki korelasyon katsayısı 0.872 olarak hesaplanırken, değişkenler arasındaki ilişki % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Altun Ada (2015) çalışmasında; AB'ye üye ülkeler ve Türkiye'yi, sürdürülebilir kalkınma değişkenleri kullanarak kümelendirmiştir. Değişkenlere ait analiz sonuçlarına göre; Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma düzeyi AB ortalamasındadır, AB ülkeleriyle arada büyük farklılıklar yoktur, farklılık gösteren yegâne ülke Romanya'dır.

Marangoz vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada; dünyadaki e-atık (elektronik atık) uygulamaları değerlendirilerek, geri dönüşüm oranları ve ekonomik etkileri incelenmiştir. Yazarlar e-atık yönetiminin finansal tetikleyici olarak önemini vurguladıktan sonra, hem kısa vadeli hem de uzun vadeli etkilerini sürdürülebilirlik açısından ele almışlardır. Çalışma sonucunda, geri dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesi adına uygulayıcılara ve kanun yapıcılara yönelik önerilere de yer verilmiştir.

George vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada; Çevresel Kuznets Eğrisi çerçevesinde, döngüsel ekonomi ve büyüme süreci analiz edilmiştir. Ekonomik büyümeyi etkileyen faktörlerin genel olarak geri dönüştürülebilir girdinin marjinal ürünü, geri dönüşüm oranı, çevreyi kirleten girdi kullanmanın maliyeti ve ortaya çıkan kirlilik seviyesi olduğu belirtilen çalışma sonucunda; ekonomik büyüme ve geri dönüşüm / kazanım arasında nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Vuřa vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada; belediye atıkları, ambalaj atıkları ve biyoatık geri dönüşüm oranı ile malzemelerin yaşam döngüsünü uzatmaya ve atıkların yeniden kullanımına çözümler bulmaya yönelik Ar-Ge harcamaları ve çevresel vergiler bağımsız değişkendir. Çalışmanın bağımlı değişkenleri ise; kaynak verimliliği ve gerçek ekonomik büyümedir. AB'ye üye 28 ülkenin 2005-2016 dönemine ait verilerinin kullanıldığı bu panel veri analizinde; belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, GSYİH'daki araştırma ve inovasyon payı ve patent sayısındaki artışın; kaynak verimliliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Pelau ve Chinie (2018) çalışmalarında; Avrupa ülkelerinde yaşam düzeyi, eğitim, internet erişimi ve geri dönüşüm oranı gibi değişkenlerle; kişi başına düşen milli gelir arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Söz konusu çalışmada; yüksek gelir düzeyinin geri dönüşüm oranını pozitif, düşük gelir düzeyinin ise negatif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Cerqueira vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, geri dönüşüm ve ekonomik kalkınma arasındaki döngüsel bağlantılar analiz edilmiştir. Yazarlar; büyümeyi tetikleyen diğer faktörlerin yanı sıra geri dönüşümün, İnsani Gelişim Endeksi tarafından verilen sürdürülebilir ekonomik kalkınma için önemli olduğunu ve bunun tersinin de geçerli olduğunu varsayan iki denklemlilik bir model kullanmışlardır. Çalışmada eşzamanlı denklemler sistemi; 2004-2015 döneminde 28 OECD ülkesinden oluşan bir veri seti için, hem statik bir biçimde hem de modele dinamikler eklenerek tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda; ekonomik kalkınma seviyesi ile geri dönüşüm oranı arasında, geri besleme etkileri ile güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür.

Trica vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada; 27 AB üyesi ülkenin 2007-2016 dönemine ait kaynak verimliliği, geri dönüşüm oranı, çevresel inovasyon ve çevresel istihdam gibi verilerinin; kişi başına düşen GSYİH üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Panel veri yöntemiyle yapılan analiz neticesinde, tüm değişkenlerin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Busu (2019) çalışmasında; 27 AB üyesi ülkenin 2008-2017 dönemine ait kaynaklar, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, yeşil enerji kullanımı ve beşeri sermaye gibi verilerinin; ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Panel veri yöntemiyle yapılan analiz sonucunda, tüm değişkenlerin ekonomik büyümeyi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Busu ve Trica (2019) tarafından yapılan çalışmada; döngüsel ekonominin sürdürülebilirliğini çalışabilmek için, çevresel göstergelere ve onların AB üyesi ülkelerde ekonomik büyümeye olan etkilerine dayanan bir metodoloji geliştirilmiştir. Söz konusu çalışmada; AB'ye üye 27 ülkenin 2010-2017 dönemine ait verileriyle, bir panel ekonometrik analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda; belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, geri dönüşüm malzemeleri ticareti, işgücü verimliliği, çevresel vergiler ve kaynak üretkenliği gibi bağımsız değişkenlerin; ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Bir diğer deyişle, döngüsel ekonominin AB genelinde sürdürülebilir ekonomik büyüme yarattığı vurgulanmıştır.

Apaydın (2020) çalışmasında; OECD'ye üye ülkelerin 2000–2017 dönemine ait verilerini, panel kantil regresyon modeli kullanarak analiz etmiştir. Söz konusu çalışmanın amacı; atıkların düzenli depolanması, kompost edilmesi (bitkisel ve hayvansal atıkların nemli-oksijenli ortamda bozunarak organik gübreye dönüştürülmesi), geri dönüştürülmesi ve yakılması gibi atık yönetim biçimlerinin; ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Elde edilen sonuçlara göre, atık yönetim biçimlerinin tamamı ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca elde edilen en önemli bulgu; kompost edilen ve geri dönüştürülen atık oranının, depolanan ve yakılan atık oranına nazaran, ekonomik büyümeyi daha fazla etkilediğidir.

Hysa vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada; 28 AB üyesi ülkenin 2000-2017 dönemine ait çevresel vergi oranı, evsel atıkların geri dönüşüm oranı, geri dönüşümle ilgili Ar-Ge harcamaları ve geri dönüşüme tabi olan ürünlerin ticaret verileri bağımsız değişken; kişi başına düşen milli gelir artış oranı ise bağımlı değişken olmak üzere bir panel veri analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda; tüm değişkenlerin kişi başına düşen milli gelir artış oranını yükselttiği, bir diğer ifadeyle döngüsel ekonomi ile ekonomik büyüme arasında güçlü ve pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Utkulu ve Bilik (2020) çalışmalarında; AB'ye üye ülkeler örneklemine, ekonomik büyüme ve atık yönetimi ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) kullanılarak, 27 AB üyesi ülke üzerine karşılaştırmalı parametreler elde edilmiştir. 2007-2018 dönemine ait atık yönetimine ilişkin veriler üzerinden oluşturulan modelde; yurtiçi malzeme kullanım oranı ile elektronik atık ve belediye atıkları geri dönüşüm oranının, ekonomik büyümeyi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca atık yönetiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin, kişi başına düşen gelir seviyesine göre ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği de tespit edilmiştir.

Ateş (2021) çalışmasında, döngüsel ekonominin en önemli bileşenlerinden biri olan geri dönüşüm kavramını; 27 AB ülkesi ve İngiltere, İzlanda ve Norveç için 2008–2017 döneminde incelemiştir. Panel veri yöntemiyle yapılan çalışmada; bağımsız değişkenler evsel, plastik, ambalaj, kâğıt, cam, metal, elektronik, eski otomobil aksamaları ve odun atıklarının geri dönüşüm oranları; bağımlı değişken ise söz konusu ülkelerin GSYİH değerleridir. Çalışma sonucunda; eski otomobil aksamaları ve plastik atıkların geri dönüşüm oranının ekonomik büyümeyi olumsuz yönde, diğer değişkenlerin ise olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Androniceanu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada; Eurostat, Dünya Bankası ve Avrupa Çevre Ajansı veri tabanlarından aşağıdaki 13 değişken seçilmiştir: Kişi başına düşen belediye atık üretimi, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, kaynak verimliliği ve yerli malzeme tüketimi, GSYİH büyümesi, çevre vergisi gelirleri, Ar-Ge harcamaları, yenilenebilir kaynaklardaki yıllık değişim, sera gazı emisyonları, İnsani Gelişim Endeksi, kirlilik endeksi, toplam doğal kaynak rantı, emisyon hasarı da dahil olmak üzere düzeltilmiş net tasarruflar ve ulusal çevre koruma harcamaları. Söz konusu çalışmada; veri boyutu, temel bileşen analizi (PCA) uygulanarak azaltılmıştır. PCA yöntemi, 2018 yılı için 25 AB üyesi ülkeye uygulanmış ve İnsani Gelişim Endeksi (İGE) ile belediye atıklarının geri dönüşüm oranı arasında güçlü bir pozitif korelasyon tespit edilmiştir.

Çırak (2021) çalışmasında; döngüsel ekonomi konusunda lider ülkeler arasında yer alan Almanya'da, atık geri dönüşümü ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Almanya özelinde 2000-2018 dönemine ait verilerle yapılan çalışma sonucunda; söz konusu dönemde ambalaj atıkları geri dönüşüm oranı ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü, kâğıt ve karton atıkları geri dönüşüm oranı ile ekonomik büyüme arasında ise negatif yönlü bir ilişkiye rastlanmıştır.

Yeter vd. (2021) çalışmalarında; Türkî Cumhuriyetlerdeki ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin, çevresel bozulma üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Enerji tüketimini de içeren genişletilmiş Çevresel Kuznets Eğrisi Modeli'nin kullanıldığı ve 1992–2019 dönemine ait verilerin test edildiği çalışmada; çevresel bozulmanın maliyetini minimuma düşürmek için, karbon salınımını azaltan enerji politikaları geliştirmek gerektiği sonucuna varılmıştır.

Açcı vd. (2023) çalışmalarında; döngüsel ekonomi ve yeşil büyüme göstergelerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini, verileri mevcut 24 AB üyesi ülke için, 2004-2018 yılları arasında analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda; dönüştürülmüş hammadde ticareti, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, reel kişi başına işgücü verimliliği, nüfus yoğunluğu, kişi başına karbondioksit emisyonu ve brüt

sermaye oluşumunun kişi başına GSYİH üzerinde pozitif; çevresel vergi gelirleri oranlarındaki artışların ise negatif yönlü etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Görüldüğü üzere, literatüre bakıldığında; geri dönüşüm oranlarının ekonomik büyüme yerine ekonomik kalkınma ya da sürdürülebilir kalkınma üzerine etkisini analiz eden çalışmalar, yok denecek kadar azdır. Yapılacak ekonometrik uygulamanın amacı; 2010–2020 dönemini kapsayan panel veri seti ile seçilmiş 30 Avrupa ülkesi<sup>1</sup> ve Türkiye’de, geri dönüşüm oranlarının sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisine ilişkin ampirik bir analiz yapmak suretiyle; mevcut literatüre katkıda bulunmak ve AB’ye tam üyelik yolunda Türkiye’de politika yapıcılarına ve kamuoyuna fikir verebilmektir.

## YÖNTEM

Çalışmada kullanılan veri setinin, yatay kesit ve zaman serisi verilerden oluşması nedeniyle; panel veri analizi yapma gereği duyulmuştur. Aşağıdaki tabloda, analizde kullanılan bağımlı değişkenlere ve bu değişkenlere ait tanımlayıcı bilgilere yer verilmiştir.

**Tablo 1.** Analizde kullanılan bağımlı değişkenler

| Değişkenin Adı                                  | Kısaltması | Kaynak        |
|-------------------------------------------------|------------|---------------|
| Kişi başına düşen GSYİH (sabit 2015 ABD Doları) | LnKBGSYİH  | Dünya Bankası |
| İnsani Gelişme Endeksi                          | LnİGE      | UNDP          |

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma; ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere 3 boyutlu bir kavramdır (Akiş, 2017: 42). Analizde kavramın ekonomik boyutunu ölçen I. modelin bağımlı değişkeni kişi başına düşen GSYİH (sabit 2015 ABD Doları) ve sosyoekonomik boyutunu ölçen II. modelin bağımlı değişkeni ise İnsani Gelişme Endeksi’dir. Bilindiği üzere İnsani Gelişme Endeksi; insani gelişmenin üç temel boyutundaki (insana yakışır bir yaşam standardı, uzun ve sağlıklı yaşam ve bilgiye erişim) uzun dönemli ilerlemeyi değerlendirmek amacıyla kullanılan, özet bir ölçüm yöntemidir. Aşağıdaki tabloda, analizde kullanılan bağımsız değişkenlere ve bu değişkenlere ait tanımlayıcı bilgilere yer verilmiştir.

**Tablo 2.** Analizde kullanılan bağımsız değişkenler

| Değişkenin Adı                                                 | Kısaltması | Kaynak   |
|----------------------------------------------------------------|------------|----------|
| Belediye atıklarının geri dönüşüm oranı (%)                    | LnBAGDO    | Eurostat |
| Ambalaj türüne göre ambalaj atıklarının geri dönüşüm oranı (%) | LnATGA     | Eurostat |
| Elektronik atık geri dönüşüm oranı (%)                         | LnEAGD     | Eurostat |
| Biyoatık geri dönüşüm oranı (%)                                | LnBGDO     | Eurostat |
| Üretimde döngüsel malzeme kullanım oranı (%)                   | LnUDMK     | Eurostat |
| Yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjinin payı (%)            | LnYKGEP    | Eurostat |

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

## BULGULAR

Analizde kurulacak olan iki modelin de bağımsız değişkenleri ortaktır. Bu bilgiler ışığında, araştırmanın temel hipotezleri şu şekilde kurulmuştur:

- **H<sub>0</sub>:** Geri dönüşüm oranlarının kişi başına düşen GSYİH üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur. **(I. Model)**  
**H<sub>1</sub>:** Geri dönüşüm oranlarının kişi başına düşen GSYİH üzerinde anlamlı bir etkisi vardır. **(I. Model)**
- **H<sub>0</sub>:** Geri dönüşüm oranlarının İnsani Gelişme Endeksi üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur. **(II. Model)**  
**H<sub>1</sub>:** Geri dönüşüm oranlarının İnsani Gelişme Endeksi üzerinde anlamlı bir etkisi vardır. **(II. Model)**

Çalışmada seçilmiş 30 Avrupa ülkesi ve Türkiye’nin, 2010–2020 dönemine ait verileri kullanılmıştır. Veriler, Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat) ve Dünya Bankası’nın internet sitelerinden alınmıştır. Çalışma kapsamında seçilen ülkelerde, döngüsel ekonominin önemli

<sup>1</sup>Avrupa Birliği İstatistik Ofisi’nde verisine kolay ulaşılan 27 AB üyesi ülke, AB’ye aday ülke olması ve endekslerdeki başarıları nedeniyle İzlanda ve yine endekslerdeki başarıları nedeniyle Norveç ve İsviçre

bileşenlerinden olan geri dönüşüm oranlarının, kişi başına düşen GSYİH ve İnsani Gelişme Endeksi (İGE) üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla; 2 farklı model tahmin edilmiştir. Tahmin edilen modeller şu şekildedir:

**Model-1:**

$$LnKBGSYİH_{it} = \beta_0 + \beta_1 LnBAGDO_{it} + \beta_2 LnATGA_{it} + \beta_3 LnEAGD_{it} + \beta_4 LnBGDO_{it} + \beta_5 LnUDMK_{it} + \beta_6 LnYKGEP_{it} + u_{it}$$

**Model-2:**

$$LnİGE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LnBAGDO_{it} + \beta_2 LnATGA_{it} + \beta_3 LnEAGD_{it} + \beta_4 LnBGDO_{it} + \beta_5 LnUDMK_{it} + \beta_6 LnYKGEP_{it} + u_{it}$$

**Tablo 3. Betimleyici istatistik tablosu**

| Değişken        | LKBGSYİH | LİGE    | LBAGDO  | LATGA   | LEAGD  | LBGDO  | LUDMK  | LYKGEP |
|-----------------|----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Ortalama değer  | 10,1923  | -0,1067 | -4,1516 | -4,0460 | 3,8657 | 3,9455 | 1,9131 | 2,9763 |
| Ortanca Değer   | 10,1426  | -0,1052 | -4,1789 | -4,0383 | 3,9199 | 4,0943 | 2,0918 | 2,9743 |
| En Yüksek Değer | 11,5931  | -0,0421 | -3,4144 | -3,5467 | 4,7466 | 5,3278 | 3,4011 | 4,4272 |
| En Düşük Değer  | 8,7683   | -0,2319 | -4,6051 | -4,5163 | 2,9806 | 2,3028 | 0,1823 | 1,0296 |
| Std. Sapma      | 0,6930   | 0,0395  | 0,2506  | 0,1606  | 0,2941 | 0,8510 | 0,7356 | 0,6054 |

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3'te, çalışmada kullanılan verilerin betimsel istatistikleri yer almaktadır. Tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır (*tam logaritmik dönüşüm*), böylece dönüştürülen verilerde orijinal veriye göre çarpıklığın azaldığını gözlemlemek mümkün olacaktır. Ekonometrik analiz sırasında logaritma almanın bir diğer faydası ise, değişkenlerin birimlerinin katsayılar üzerindeki etkisini ortadan kaldırmasıdır. Çalışmaya konu toplamda 31 adet yatay kesit (N) ve 11 adet zaman serisi (T) bulunmakta olup, tüm değişkenler için 341 adet gözleme yer verilmiştir. Değişkenlerin ortalama (mean) ve ortanca (median) değerlerinin birbirine yakın olması nedeniyle, normal dağılıma sahip olduklarını söylemek mümkündür.

**Tablo 4. Korelasyon matrisi tablosu**

| Değişken | LKBGSYİH | LİGE  | LBAGDO | LATGA  | LEAGD | LBGDO | LUDMK  | LYKGEP |
|----------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| LKBGSYİH | 1,000    |       |        |        |       |       |        |        |
| LİGE     | 0,898    | 1,000 |        |        |       |       |        |        |
| LBAGDO   | 0,577    | 0,633 | 1,000  |        |       |       |        |        |
| LATGA    | 0,301    | 0,348 | 0,586  | 1,000  |       |       |        |        |
| LEAGD    | 0,117    | 0,213 | 0,311  | 0,262  | 1,000 |       |        |        |
| LBGDO    | 0,660    | 0,647 | 0,837  | 0,536  | 0,274 | 1,000 |        |        |
| LUDMK    | 0,416    | 0,447 | 0,537  | 0,327  | 0,096 | 0,451 | 1,000  |        |
| LYKGEP   | 0,024    | 0,114 | -0,019 | -0,186 | 0,266 | 0,027 | -0,087 | 1,000  |

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 4'te, değişkenlere ait korelasyon matrisi tablosu yer almaktadır. Korelasyon değerinin  $\pm 0,30$ 'dan büyük olması, bağımsız değişkenler arasında korelasyon yani çoklu doğrusal bağlantı sorunu olduğunu gösterir (Ateş, 2021: 132). Tablo değerlerine bakıldığında, çoklu doğrusal bağlantı sorunu olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 5 ve 6'da bağımlı değişkenler Kişi Başına Düşen GSYİH (KBGSYİH) ve İnsani Gelişme Endeksi (İGE) ile bağımsız değişkenler "BAGDO, ATGA, EAGD, BGDÖ, UDMK ve YKGEP" için kurulan modellere ilişkin test istatistikleri görülmektedir.

Değişkenlere ait betimleyici istatistikler ifade edildikten sonraki aşama, Model I ve II kapsamında klasik modelin varlığının araştırılmasıdır. Klasik model; hem sabit parametrelerin hem de eğim parametrelerinin zamana ve birimlere göre sabit olduğunu, başka bir ifadeyle tüm gözlemlerin homojen olduğunu varsaymaktadır. Yani klasik modele göre, birim ve/veya zaman etkileri yoktur (Yerdelen Tatoğlu, 2020: 40).

**Tablo 5. Model-1 test istatistikleri tablosu**

|                                | Test           | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
|--------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| <b>Modelin Belirlenmesi</b>    | F Testi        | 83,20             | 0,000           |
|                                | Hausman        | 23,25             | 0,000           |
| <b>Değişen Varyans</b>         | Greene Test    | 3913,97           | 0,000           |
| <b>Otokorelasyon</b>           | Durbin-Watson  | -                 | 0,413           |
|                                | Baltagi-Wu LBI | -                 | 0,781           |
| <b>Yatay Kesit Bağımlılığı</b> | Pesaran        | 5,28              | 0,000           |

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

**Tablo 6. Model-2 test istatistikleri tablosu**

|                                | Test           | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
|--------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| <b>Modelin Belirlenmesi</b>    | F Testi        | 131,52            | 0,000           |
|                                | Hausman        | 16,78             | 0,010           |
| <b>Değişen Varyans</b>         | Greene Test    | 4815,55           | 0,000           |
| <b>Otokorelasyon</b>           | Durbin-Watson  | -                 | 0,487           |
|                                | Baltagi-Wu LBI | -                 | 0,763           |
| <b>Yatay Kesit Bağımlılığı</b> | Pesaran        | 6,86              | 0,000           |

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Klasik modelin etkin olup olmadığının, bir diğer deyişle değişkenlerde birim ve/veya zaman etkilerinin var olup olmadığının araştırılması önemlidir. F testi, klasik modelin geçerli olup olmadığını araştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu test sonucunda; gerek sabit gerekse eğim parametrelerinin zamana ve birimlere göre sabit olduğu tespit edilirse, klasik modelin etkin olduğu ifade edilir. Tablo 5 ve 6'daki F Testi sonuçlarına göre; iki modelde de p (olasılık) değerinin 0.05'ten küçük olması nedeniyle,  $H_0$  hipotezi ( $H_0$ : Parametrelerde birim ve/veya zaman etkileri yoktur.) reddedilmiş ve modellerin sabit veya tesadüfi etkilerle kurulmasına karar verilmiştir.

Modellerin belirlenmesi için yapılan Hausman ve F Testi sonuçlarına göre; iki modelde de p değerinin < 0.05 olması nedeniyle,  $H_0$  hipotezi ( $H_0$ : Bağımsız değişkenler ve birim etkileri arasında korelasyon yoktur.) reddedilmiş ve modellerin sabit etkilerle kurulmasına karar verilmiştir. Hipotezin reddedilmemesi durumunda, analiz rassal / tesadüfi etkiler modeli ile yapılmalıdır. Değişen varyansın tespit edilmesi için Greene Testi yapılmış; p değerinin < 0.05 olması nedeniyle,  $H_0$  hipotezi ( $H_0$ : Değişen varyans yoktur.) reddedilmiş ve modellerde değişen varyans sorunu olduğuna karar verilmiştir.

Otokorelasyon sorununun tespit edilmesi için, Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI değerlerine bakılmıştır. Bu değerlerin 2'ye yakın olması, otokorelasyonun olmadığını göstermektedir. Modellerde bu değerlerin 2'ye yakın olmaması, otokorelasyon sorununun varlığına işaret eder. Modellerde yatay kesit bağımlılığının varlığının tespiti için, Pesaran Testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre; p değerinin < 0.05 olması nedeniyle,  $H_0$  hipotezi ( $H_0$ : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.) reddedilmiş ve modellerde yatay kesit bağımlılığı sorunu olduğuna karar verilmiştir. Yapılan testlere göre; her iki modelde de değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı olmak üzere; 3 ekonometrik sorun tespit edilmiştir. Bu nedenle, modeller bu sorunlara dirençli olan tahmincilerle sınanmaya çalışılmıştır (Ateş, 2021: 132).

Modellerde varlığı tespit edilen sorunlara dirençli olan tahminci, Driscoll-Kraay (Dirençli Standart Hatalar) tahmincisidir. Driscoll ve Kraay (1998); genel mekânsal ve zamansal bağımlılık biçimleri için dirençli olan, değişen varyans ve otokorelasyona karşı tutarlı standart hatalar üreten ve parametrik olmayan bir kovaryans matrisi tahmincisi önermiştir (Akyol ve Tekman, 2021: 106). Driscoll-Kraay tahmincisi; değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı durumlarında; yatay kesit boyutuna (N) bağlı olmaksızın, dirençli standart hatalı tahminlerle analiz yapabilmektedir. Ayrıca bu tahminci, hem dengeli hem de dengesiz paneller için uygundur (Demirtaş, 2022: 53).

Tablo 7'de, KBGSYİH için kurulan Model-1'e ait Driscoll-Kraay Panel Regresyon Tahmini sonuçları görülmektedir.

**Tablo 7. Model-1 Driscoll-Kraay panel regresyon tahmini**

| Bağımsız Değişken | Katsayı | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
|-------------------|---------|-------------------|-----------------|
| LnBAGDO           | 0,111   | 0,035             | <b>0,010**</b>  |
| LnATGA            | -0,033  | 0,054             | 0,556           |
| LnEAGD            | 0,168   | 0,023             | <b>0,000***</b> |
| LnBGDO            | 0,022   | 0,008             | <b>0,019**</b>  |
| LnUDMK            | -0,003  | 0,013             | 0,811           |
| LnYKGEP           | 0,023   | 0,009             | <b>0,029**</b>  |
| C                 | 9,719   | 0,209             | 0,000           |

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| Wald (F) (X <sup>2</sup> ) | 27,25 (0,000) |
| R <sup>2</sup>             | 0,389         |
| Ülke                       | 31            |
| Gözlem                     | 341           |

\*\*\* p<0.10, \*\* p<0.05, \* p<0.01

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

#### **Model-1:**

$$KBGSYİH = \sum_1^k 9,719 + 0,111 * BAGDO - 0,033 * ATGA + 0,168 * EAGD + 0,022 * BGDO - 0,003 * UDMK + 0,023 * YKGEP + u_{it}$$

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere; BAGDO, EAGD, BGDO ve YKGEP bağımsız değişkenlerinin KBGSYİH bağımlı değişkeni üzerindeki etkileri istatistikî olarak anlamlı ve pozitif yönlüdür. Bir başka ifadeyle, analiz sonuçları; Belediye Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (BAGDO), Elektronik Atık Geri Dönüşüm Oranı (EAGD), Biyoatık Geri Dönüşüm Oranı (BGDO) ve Yenilenebilir Kaynaklardan Gelen Enerjinin Payı (YKGEP) değişkenlerinin; kişi başına düşen GSYİH'ı olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Buna göre belediye atıklarının geri dönüşüm oranının % 1 artması, KBGSYİH'ı % 0.111 oranında; elektronik atık geri dönüşüm oranının % 1 artması % 0.168 oranında; biyoatık geri dönüşüm oranının % 1 artması % 0.022 oranında ve yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjinin payının % 1 artması ise % 0.023 oranında artırmaktadır. Ambalaj Türüne Göre Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (ATGA) ve Üretimde Döngüsel Malzeme Kullanım Oranı (UDMK) değişkenlerinin KBGSYİH üzerindeki etkisi ise istatistikî olarak anlamsızdır. Model-1'in Wald<sup>2</sup> test istatistiği de anlamlı bulunmuştur.

Sabit etkiler modelinde, modelin anlamlılığını gösteren Ki-Kare (X<sup>2</sup>) Testi olasılık değeri incelendiğinde; Model-1'in genel olarak % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Tablo 7'de, 4 bağımsız değişkenin parametreleri ile sabit parametrenin % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Değişkenlerin anlamlılık düzeyini gösteren R<sup>2</sup> değeri<sup>3</sup> ise yaklaşık % 39'dur. Buna göre bağımsız değişkenlerden belediye atıklarının geri dönüşüm oranı, elektronik atık geri dönüşüm oranı, biyoatık geri dönüşüm oranı ve yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjinin payı; hep birlikte kişi başına düşen GSYİH'daki değişikliğin % 39'unu açıklamaktadır.

**Tablo 8. Model-2 Driscoll-Kraay panel regresyon tahmini**

| Bağımsız Değişken          | Katsayı       | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
|----------------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| LnBAGDO                    | 0,001         | 0,004             | 0,765           |
| LnATGA                     | 0,005         | 0,005             | 0,321           |
| LnEAGD                     | 0,026         | 0,003             | <b>0,000</b>    |
| LnBGDO                     | 0,006         | 0,002             | <b>0,006</b>    |
| LnUDMK                     | 0,001         | 0,001             | 0,116           |
| LnYKGEP                    | 0,005         | 0,002             | <b>0,017</b>    |
| C                          | -0,222        | 0,047             | 0,001           |
| Wald (F) (X <sup>2</sup> ) | 67,85 (0,000) |                   |                 |
| R <sup>2</sup>             | 0,565         |                   |                 |
| Ülke                       | 31            |                   |                 |
| Gözlem                     | 341           |                   |                 |

\*\*\* p<0.10, \*\* p<0.05, \* p<0.01

**Kaynak:** Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 8'de, İGE için kurulan Model-2'ye ait Driscoll-Kraay Panel Regresyon Tahmini sonuçları görülmektedir.

<sup>2</sup> Lojistik regresyon analizi sonucunda elde edilen modelin uygun olup olmadığı Model Ki-Kare (X<sup>2</sup>) testiyle, her bir bağımsız değişkenin modelde varlığının anlamlı olup olmadığı ise Wald istatistiği ile test edilir.

<sup>3</sup> Hesaplanan R<sup>2</sup> değerine bakarak, bağımsız değişken ya da değişkenlerin bağımlı değişkeni % kaç düzeyinde açıklayabildiğini söylemek mümkündür.

## Model-2:

$$İGE = \sum_1^k -0,222 + 0,001*BAGDO + 0,005*ATGA + 0,026*EAGD + 0,006*BGDO + 0,001*UDMK + 0,005*YKGEP + u_{it}$$

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere; EAGD, BGDO ve YKGEP bağımsız değişkenlerinin İGE bağımlı değişkeni üzerindeki etkileri istatistikî olarak anlamlı ve pozitif yönlüdür. Bir başka ifadeyle, analiz sonuçları; Elektronik Atık Geri Dönüşüm Oranı (EAGD), Biyoatık Geri Dönüşüm Oranı (BGDO) ve Yenilenebilir Kaynaklardan Gelen Enerjinin Payı (YKGEP) değişkenlerinin; İnsani Gelişme Endeksi'ni olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Buna göre elektronik atık geri dönüşüm oranının % 1 artması, İGE'yi % 0.026 oranında; biyoatık geri dönüşüm oranının % 1 artması % 0.006 oranında ve yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjinin payının % 1 artması ise % 0.005 oranında artırmaktadır. Belediye Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (BAGDO), Ambalaj Türüne Göre Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (ATGA) ve Üretimde Döngüsel Malzeme Kullanım Oranı (UDMK) değişkenlerinin İGE üzerindeki etkisi ise istatistikî olarak anlamsızdır. Model-2'nin Wald test istatistiği de anlamlı bulunmuştur.

Sabit etkiler modelinde, modelin anlamlılığını gösteren Ki-Kare ( $X^2$ ) Testi olasılık değeri incelendiğinde; Model-2'nin genel olarak % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Tablo 8'de, 3 bağımsız değişkenin parametreleri ile sabit parametrenin % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Değişkenlerin anlamlılık düzeyini gösteren  $R^2$  değeri ise yaklaşık % 57'dir. Buna göre bağımsız değişkenlerden elektronik atık geri dönüşüm oranı, biyoatık geri dönüşüm oranı ve yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjinin payı; hep birlikte İnsani Gelişme Endeksi skorundaki değişikliğinin % 57'sini açıklamaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Döngüsel ekonominin önemli bileşenlerinden olan geri dönüşüm oranlarının sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, hiç şüphesiz analize dâhil edilen değişkenler dışında kalanlar da önem arz etmektedir. Bilindiği üzere, çok yönlü bir kavram olması nedeniyle sürdürülebilir kalkınmayı; verimlilik oranları, su tüketim miktarı, eğitim seviyesi vb. sosyoekonomik ve çevresel ölçütler kullanarak da açıklamak mümkündür. Bu bağlamda mevcut çalışmanın, gelecekte yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı ümit edilmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutunu ölçen I. modelde; Belediye Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (BAGDO), Elektronik Atık Geri Dönüşüm Oranı (EAGD), Biyoatık Geri Dönüşüm Oranı (BGDO) ve Yenilenebilir Kaynaklardan Gelen Enerjinin Payı (YKGEP) bağımsız değişkenleri; Kişi Başına Düşen GSYİH (KBGSYİH) bağımlı değişkenini, beklentiyle uyumlu bir şekilde olumlu yönde etkilemektedir. Ambalaj Türüne Göre Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (ATGA) ve Üretimde Döngüsel Malzeme Kullanım Oranı (UDMK) değişkenlerinin KBGSYİH üzerindeki etkisi ise, istatistikî olarak anlamsızdır.

Sürdürülebilir kalkınmanın sosyoekonomik boyutunu ölçen II. modelde; Elektronik Atık Geri Dönüşüm Oranı (EAGD), Biyoatık Geri Dönüşüm Oranı (BGDO) ve Yenilenebilir Kaynaklardan Gelen Enerjinin Payı (YKGEP) bağımsız değişkenleri; İnsani Gelişme Endeksi (İGE) bağımlı değişkenini, beklentiyle uyumlu bir şekilde olumlu yönde etkilemektedir. Belediye Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (BAGDO), Ambalaj Türüne Göre Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Oranı (ATGA) ve Üretimde Döngüsel Malzeme Kullanım Oranı (UDMK) değişkenlerinin İGE üzerindeki etkisi ise; istatistikî olarak anlamsızdır.

Araştırma kapsamında kurulan  $H_0$  hipotezleri reddedilmiş,  $H_1$  hipotezleri kabul edilmiştir. Böylelikle geri dönüşüm oranlarının kişi başına düşen GSYİH ve İnsani Gelişme Endeksi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca bağımlı değişkenin İnsani Gelişme Endeksi olduğu II. modelin determinasyon / belirleme katsayısının yani  $R^2$  değerinin % 57 olması; Model-2'nin görece başarısını, tahmin gücünü kısaca performansını yansıtmaktadır.

Literatürde daha ziyade, döngüsel ekonominin önemli bileşenlerinden olan geri dönüşüm oranlarının ekonomik büyüme üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda oluşturulan I. modelde; seçilmiş 30 Avrupa ülkesi ve Türkiye'nin 2010-2020 dönemine ait geri dönüşüm oranları bağımsız değişken, kişi başına düşen GSYİH ise bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre, geri dönüşüm oranlarının ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgu; uygulamalı literatürde Trica vd. (2019), Busu (2019), Busu ve Trica (2019), Apaydın (2020), Hysa vd. (2020), Utkulu ve Bilik (2020), Ateş (2021), Çırak (2021) ve Açıcı vd. (2023) tarafından yapılan çalışmalarla örtüşmektedir.

Daha önce de belirtildiği üzere; mevcut literatürde geri dönüşüm oranlarının ekonomik kalkınma ya da sürdürülebilir kalkınma üzerine etkisini analiz eden çalışmalar, yok denecek kadar azdır. Alan yazındaki bu boşluk, çalışmaya özgün bir nitelik kazandırmaktadır. Bu bağlamda oluşturulan II. modelde; seçilmiş 30 Avrupa ülkesi ve Türkiye'nin 2010-2020 dönemine ait geri dönüşüm oranları bağımsız değişken, İnsani Gelişme Endeksi (İGE) ise bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre, geri dönüşüm oranlarının genel olarak İnsani Gelişme Endeksi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgu, uygulamalı literatürde Androniceanu ve diğerleri (2021) tarafından yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir. Ekonomik büyümenin insani gelişmeye dâhil edildiği söz konusu çalışma; 2018 yılı için 25 AB üyesi ülkeye uygulanmış ve İnsani Gelişme Endeksi ile belediye atıklarının geri dönüşüm oranı arasında, güçlü bir pozitif korelasyon tespit edilmiştir.

Geri dönüşüm konusunda Hollanda, Almanya, İsveç, Norveç ve Fransa gibi örnek ülkelerde döngüsel ekonomiye ilişkin geliştirilen politika ve uygulamaların; konunun uzmanları tarafından etraflıca incelenmesinin, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere de ilham kaynağı olacağı ve bir yol haritası çizeceği su götürmez bir gerçektir. Doğal kaynakların hızla tükendiği günümüzde, her konuda tasarruflu olmak gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını ve yatırımını artırmak, ev ve iş yerlerinde enerji verimi yüksek aydınlatma araçları tercih etmek, elektriği ve suyu tasarruflu kullanmak, kâğıt israfını önlemek amacıyla evrak işlerini olabildiğince dijitalleştirmek ve e-kitap, e-kütüphane gibi uygulamaları yaygınlaştırmak, ısı yalıtımı yapmak, trafiğe çevre dostu elektrikli araçlarla çıkmak vb. uygulamalar; bizleri daha sürdürülebilir bir geleceğe taşıyacaktır.

Bunun yanı sıra eğitimden iş dünyasına çok geniş bir yelpazede döngüsellliği yaşamın bir parçası haline getirerek; gerek okullara gerekse iş yerlerine sürdürülebilirlik, atık yönetimi, döngüsel ekonomi, iklim, enerji, geri dönüşüm vb. konularda eğitimler verilmeli, seminer ve konferanslarla bu duyarlılık her zaman canlı tutulmalıdır. Bu alanlardaki kampanya ve proje uygulamaları, bilhassa özendirilmeli ve desteklenmeli; döngüsel ekonomi veya geri dönüşüm sektörlerinde faaliyet gösteren işletmeler, vergi ve sübvansiyonlarla teşvik edilmelidir. Sıfır atık konusunda çöplerin ayrıştırılmasına yasal zorunluluk getirilebileceği gibi, teşvik edici uygulamalarla da kalıcı alışkanlıklar oluşturulabilir ve geri dönüşümle ulaşılmak istenilen hedeflere varılabilir. Ayrıca bu çalışmanın bulgularından yola çıkarak gerek üretim gerekse tüketimde kaynak kullanımını azaltmanın, yeniden kullanmanın ya da geri dönüştürmenin; sadece ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda ekonomik kalkınmayı da olumlu yönde etkileyeceğinin müjdesini vermek mümkündür.

## KAYNAKÇA

Açıcı, Y., Akarsu, G. ve Cafı, R. (2023). Döngüsel ekonomi ve yeşil büyüme çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma göstergelerinin ekonomik büyüme üzerine etkisi: Seçilmiş AB ülkelerinden ampirik kanıtlar, *Verimlilik Dergisi, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı*, 53-67, <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1110535>

Akış, E. (2017). *İktisadi büyüme ve kalkınma*. (İktisat lisans programı yayınlanmış ders notları). İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.

Akyol, H. ve Tekman, N. (2021). Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile yolsuzluklar ve gelir eşitsizliği ilişkisinin incelenmesi: Driscoll-Kraay yöntemi örneği, *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 99-116, <https://doi.org/10.53839/aifd.986382>

Altun Ada, A. (2015). Kümeleme analizi ile AB ülkeleri ve Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma açısından değerlendirilmesi. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/55694>. (Erişim tarihi: 28.04.2024).

Androniceanu, A., Kinnunen J. ve Georgescu I. (2021). Circular economy as a strategic option to promote sustainable economic growth and effective human development, *Journal of International Studies*, 14(1), 60-73. doi:10.14254/2071- 8330.2021/14-1/4.

Apaydın, Ş. (2020). OECD ülkelerinde atık yönetimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Bir panel kantil regresyon yaklaşımı, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(1), 300-312, doi: [10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.20.02.1288](https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.20.02.1288).

Ateş, E. (2021). Döngüsel ekonomi kapsamında GSYİH ile geri dönüşüm ilişkisi: Avrupa Birliği ülkeleri örneği, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 67, 125-137, doi: 10.512901/dpusbe.782974.

Aydin, Ö. (2019). Meslek lisesi öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik farkındalık düzeylerinin geliştirilmesi. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Trabzon Üniversitesi.

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. ve 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>

Cerqueira, P.A., Soukiazis, E. ve Proença, S. (2018). The cycle of recycling and sustainable development: Evidence from the OECD countries. <https://ideas.repec.org/p/gmf/papers/2018-07.html>. (Erişim tarihi: 18.05.2024).

Çemrek, F. ve Bayraç, H. N. (2013). Sürdürülebilir kalkınma skorunun hesaplanması. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/113419>. (Erişim tarihi: 28.04.2024).

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, doi: 10.52835/19maysbd.969967.

Çimen, O. ve Yılmaz, M. (2012). İlköğretim öğrencilerinin geri dönüşümle ilgili bilgileri ve geri dönüşüm davranışları. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/153461>. (Erişim tarihi: 28.04.2024).

Demirtaş, F. (2022). Bilgi iletişim teknolojilerinin illerin ekonomik büyümesi üzerine etkisi: Panel veri analizi (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Aksaray Üniversitesi.

Dinler, Z. (2008). *İktisada giriş*. (14. Baskı). Ekin Kitapevi Yayınları.

Gedik, Y. (2020). Sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1200582>. (Erişim tarihi: 18.05.2024).

George, D.A.R., Lin, B.C.A., Chen, Y. (2015). A circular economy model of economic growth, *Environmental Modelling & Software*, 73, 60-63, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.06.014>

Gevher, R. ve Acet, H. (2023). Avrupa Birliği'nde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonominin gelişimi, *Anadolu Üniversitesi İİBF Dergisi*, 24(1), 224-253, doi: 10.53443/anadolibfd.1184407.

Günel, F. E., Çağlar, A., Kangallı Uyar, S. G., Karadeniz, O. ve Yeşilyurt, M. E. (2017), Türkiye'de illere göre insani gelişme endeksi, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 208-216, doi: 10.5505/pausbed.2017.99705.

Güneş, S. (2016). Türkiye ekonomisi ve kalkınma göstergeleri. S. Güneş ve H. S. Karaalp Orhan (Ed.), *Türkiye ekonomisi ve güncel makroekonomik konular içinde* (s. 467-496). Akademi Yayınları.

- Gürses, D. (2009). İnsani gelişme ve Türkiye. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/857077>. (Erişim tarihi: 28.04.2024).
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N. ve Laurenti, R. (2020). Circular economy innovation and environmental sustainability impact on economic growth: An integrated model for sustainable development, 12(12), 4831, <https://doi.org/10.3390/su12124831>
- Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. <http://dergi.kmu.edu.tr/userfiles/file/haziran2011/19-33.pdf>. (Erişim tarihi: 28.04.2024).
- Kılıç, S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma anlayışının ekonomik boyutuna ekolojik bir yaklaşım. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/5697>. (Erişim tarihi: 28.04.2024).
- Marangoz, M., Önce, A. G. ve Aydın, A. E. (2015). Çevre ekonomisi ve sürdürülebilir kalkınma açısından e-atık yönetiminin önemi. <https://www.avekon.org/papers/1237.pdf>. (Erişim tarihi: 28.04.2024).
- Oğuz, İ. H. (2019). Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ve mikro temelli sürdürülebilir kalkınma uygulamaları. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Gaziantep Üniversitesi.
- Önder, H. (2018). Sürdürülebilir kalkınma anlayışında yeni bir kavram: Döngüsel ekonomi. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/525632>. (Erişim tarihi: 18.05.2024).
- Pelau, C. ve Chinie, C. A. (2018). Econometric model for measuring the impact of the education level of the population on the recycling rate in a circular economy, The Amfiteatru Economic Journal, 20(48), 340–355, doi:[10.24818/EA/2018/48/340](https://doi.org/10.24818/EA/2018/48/340).
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y. ve Y. Xiaoman (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation, Journal of Cleaner Production, 42(2013), 215-227, doi:[10.1016/j.jclepro.2012.11.020](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020).
- Şahinöz, A. (2019). Sürdürülemez sürdürülebilir kalkınma. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1359251>. (Erişim tarihi: 18.05.2024).
- Şen, H., Kaya, A. ve Alpaslan, B. (2018). Sürdürülebilirlik üzerine tarihsel ve güncel bir perspektif, Ekonomik Yaklaşım, 29(107), 1–47, doi: 10.5455/ey.39101.
- Trica, C.L., Banacu, C.S. ve Busu, M. (2019). Environmental factors and sustainability of the circular economy model at the European Union level, Sustainability, 11(4), 1114, <https://doi.org/10.3390/su11041114>
- TÜDAM, Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği, Geri dönüşüm sektörü teşvik raporu (2016). <https://silo.tips/download/ger-dnm-sektr-tevk-raporu>. (Erişim tarihi: 18.05.2024).
- Utkulu, U. ve Bilik, M. (2020). Atık yönetimi ve ekonomik büyüme: Avrupa Birliği için dinamik panel veri analiz bulguları. F. Sayın (Ed.), *Döngüsel ekonomi: Makro ve mikro incelemeler* içinde (s. 181–207). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Vuță, M., Vuță, M., Enciu, A. ve Cioacă, S.I. (2018). Assesment of the circular economy's impact in the EU economic growth. Amfiteatru Economic Journal, 20(48), 248-261, doi: 10.24818/EA/2018/48/248.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). *Panel veri ekonometrisi (5. baskı)*. Beta Yayıncılık.
- Yeter, F., Eroğlu, İ., Kangal, N. ve Çoban, M.N. (2021). Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevresel bozulma ilişkisi: Türk Cumhuriyetleri üzerine panel veri analizi. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2064381>. (Erişim tarihi: 18.05.2024).
- Yıldız, Ş. (2019). Sürdürülebilir kalkınma anlayışı kapsamında döngüsel ekonomi yaklaşımı: Atık yönetimi ve sıfır atık. E. E. Başar vd. (Ed.), *Sürdürülebilirlik: Ekonomik ve sosyal eğilimler* içinde (s. 83–98). İmaj Yayınevi.

Zor, A. (2020). İnsani gelişme endeksi ve Türkiye, IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, 7, 38-52, <https://doi.org/10.21733/ibad.665335>