



Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi

The International Journal of Economic and Social Research

2024, 20(1)

Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Performansı Üzerine Karşılaştırmalı Bir Analiz

A Comparative Analysis of Turkey's Transition Performance to The Circular Economy

Dila ASFUROĞLU¹

Geliş Tarihi (Received): 28.09.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 29.12.2023

Yayın Tarihi (Published): 15.06.2024

Özet: Çalışma, Türkiye'nin döngüsel ekonomiye (DE) geçiş performansını, seçili gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırma yaparak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Eurostat ve OECD.Stat veri bankalarının DE'yi ölçmek için belirlediği göstergelerle nicel analiz yapılmıştır. Verilerin var olduğu 2000-2021 yılları arasında, gelişmiş ülkelere Almanya, İsveç ve İngiltere; gelişmekte olan ülkelere Macaristan, Bulgaristan, Arnavutluk ve Sırbistan örnekleriyle ilenmiştir. Sonuçlara göre Türkiye'de kaynak verimliliği yıllar içinde artmış olup en etkili artış, 2017 yılından itibaren gözlemlenmiştir. Yurtiçi malzeme tüketiminin ve malzeme ayak izinin düşük seyretmesi talep ve tüketimin genel anlamda düşük olmasına işaret etmektedir. Kişi başına kentsel atık düşerken kişi başı toplam atığın artması, Türkiye'nin hane bazında atık üretiminin düşük, ancak kişi bazında yüksek olduğunu göstermektedir. Atıkların işlenmesinde, uzun yıllar en çok başvurulan yöntem imha iken 2016 yılından itibaren geri kazanım önem kazanmıştır. Son beş yıla dair verinin bulunduğu kentsel atığın geri dönüşüm oranının artması olumlu bir gelişmedir. İthalat bağımlılığı, gelişmiş ülkelere göre düşük seviyelerde olmasına rağmen yıllar içinde artmıştır. Son yıllarda, tüm hammaddelerin bağımlılığında düşüş yaşanırken metal cevherler ve fosil enerjideki bağımlılık çok yüksek seyretmiştir. Son olarak, sera gazı emisyonu yıllar içinde ciddi şekilde artarak DE'ye geçişte Türkiye'nin en kötü performans göstergesi olmuştur. DE yazınında çoğunlukla Avrupa Birliği (AB) ülkeleri konu edildiğinden bu çalışma ile, yazında az sayıda yer alan ve Türkiye'yi konu edinen teorik çalışmaların tamamlanması beklenmektedir. Ülke karşılaştırmaları vasıtasıyla, AB'ye aday ülke olan Türkiye'nin, AB'nin döngüsel ekonomi hedefleri ile döngüsel ekonomi ve ilgili politikaları benimsemeye ilerleme kaydedip kaydetmediğini gözler önüne serilmektedir. Ayrıca çalışma, politika yapıcılara, Türkiye'nin DE performansını geliştirebilmesi için önerilerde bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi, Türkiye, Sürdürülebilirlik, Döngüsellik performansı, Karşılaştırmalı analiz, Avrupa Birliği &

Abstract: This study aims to demonstrate Turkey's performance on the transition to the circular economy by comparing it with selected developed and developing economies. The quantitative analysis is conducted with the data collected from Eurostat and the OECD.Stat over the period 2000–2022, for the selected developed economies, namely, Germany, Sweden, and the United Kingdom, and the selected developing economies, namely, Hungary, Bulgaria, Albania, and Serbia. According to the results, Turkey's resource productivity has increased over the years, with the most effective increases observed since 2017. The relatively low domestic material consumption and material footprint indicate low demand and consumption overall. The increase in total waste per capita with a decrease in municipal waste per capita shows that Turkey's household waste generation is low, but waste generation per person is high. The most frequently used waste treatment has been disposal for many years, yet recycling has accelerated since 2016. The increase in the recycling rate of municipal waste, according to the data that is available for the last five years, is a positive development. Import dependency has not decreased over the years, although it is at lower levels compared to developed countries. In recent years, dependency on all raw materials has been declining, while dependency on metal ores and fossil energy has been very high. Finally, greenhouse gas emissions have increased significantly over the years, making this indicator Turkey's worst for the transition to a circular economy. Since the existing literature has mostly covered European Union (EU) countries and the research on Turkey is generally about creating a theoretical framework, this study fills the gap in the literature. Through country comparisons, this paper also facilitates understanding how far Turkey, as a candidate country for EU membership, is from the EU's circular economy targets and whether or not Turkey has made progress in adopting circular economy and related policies, and provides policy recommendations to policymakers to improve Turkey's performance in the circular economy.

Keywords: Circular Economy, Turkey, Sustainability, Circularity performance, Comparative analysis, European Union

Atıf/Cite as: Asfuroğlu, D. (2024). Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Performansı Üzerine Karşılaştırmalı Bir Analiz, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 20(1), 16-36.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2005 – Bolu

¹ Dr. Öğr. Üyesi, MEF Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Ekonomi Bölümü, Huzur, Maslak Ayazağa Cd., İstanbul, asfuroglud@mef.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1650-6711>.

1. Giriş

1980'lerde ortaya çıkan sürdürülebilir kalkınma kavramı, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme imkânını tehlikeye atmadan, var olan neslin ihtiyaçlarını yerine getiren bir gelişme olarak tanımlanmaktadır (WCED-Brundtland Raporu-, 1987). Bu gelişme, yoksulluğun azaltılması, refahın artırılması, ekonomik büyüme ve çevre bütünselliğinin gözetilmesi gibi karşılıklı tutarlı hedefler olarak çerçevelenmektedir. Bu anlamda döngüsel ekonomi (DE) (circular economy), Brundtland Raporu'ndan çeyrek asır sonra, sürdürülebilir kalkınmanın ayrılmaz bir parçası olarak ortaya çıkmıştır.

Endüstri Devrimi sırasında başlayan doğrusal (linear) ekonomi (linear economy) faaliyet modeli, maddelerin, tüketimin sonunda atık haline gelen son çıktılara dönüştürüldüğü, tek yönlü bir hammadde akışını ifade eder. Al-kullan-at modeli uygulayan bu ekonomi pratiğinde, yine Endüstri Devrimi'ne paralel olarak artan nüfus, çarpıklaşan kentleşme, gelişen teknoloji ve hızlanan tüketim talebiyle kentsel atıklar hızla artmıştır. Doğal kaynakların kolay ulaşılabilen, yeterli, ucuz ve atığa dönüşümünün sorun teşkil etmediği fikrine dayanan bu model, sonuçta, iklim değişikliği, emisyon artışı, doğal kaynakların tükenmesi gibi pek çok olumsuz etkilere yol açmıştır (Steffen vd., 2015; Singh ve Ordonez, 2016). Nüfus ve dolayısıyla tüketimin artmaya devam edecek olmasıyla, su, fosil yakıtlar gibi kaynaklara erişimin giderek zorlaşması, biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sebepler, mevcut modelin, toplumların ihtiyaçlarını karşılayamadığını ve daha kapsayıcı ve sürdürülebilir bir ekonomi modeline ihtiyacı göstermektedir.

Ekonomik büyümeye odaklanıp çevresel sorunları göz ardı eden doğrusal ekonomi modeline (Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020) alternatifi ise DE temsil etmektedir. DE, hammaddelerin yeniden kullanılmasını ve atığın yeniden kazanılmasını sağlayarak geri dönüşümü önceliklendirip kaynakları verimli kullanan ve atığın oluşmasını neredeyse sıfırlayan bütünsel bir yaklaşımı ifade eder. DE'ye dair pek çok tanım bulunmakla birlikte (Kirchherr, 2017), DE, mal ve hizmetlerin katma değerini maksimize, atığı ise minimize etmeyi ve kaynakların ekonomide uzun süreli kalmalarını hedefleyen bir süreç olarak özetlenebilir (Murray, 2017). Kaynakları verimli kullanıp aşırı atığı önlemesinin yanı sıra, karbon ayak izini önleyen çevre uygulamalarını da içermektedir (Yazdani vd., 2019). DE, yazında, başlangıç olarak 3R, kullanımı azalt (reduce), yeniden kullan (reuse) ve geri dönüştür (recycle), ilkelerinden oluşmuş; daha sonra bunlara Atık Çerçeve Direktifi (Waste Framework Directive) kapsamında geri kazanım (recover) eklenerek ilkeler, 4R olarak anılmaya başlanmıştır (EC, 2008). Belirlenen ilkelerin hedefi ise, ürünlerin yaşam döngüsünün tamamlanmasını, atıklardan ürün üretilmesini (Kirchherr vd., 2017) ve olumsuz çevresel etkiyi azaltmayı (Scheel, 2016) sağlamaktır. 3R ilkeleri vasıtasıyla döngüsel pratikler, hammadde ve enerji tüketimini optimize etmelerini sağlayarak çevre sorunlarını şirketlere entegre etmeyi ve sonuçta, üretim süreçlerinin olumsuz etkisini azaltmayı amaçlamaktadır. Zamanla bu ilkelere, ürün tasarımındaki aşamalar düşünülerek yeniden tasarla (redesign), yeniden düşün (rethink), tamir et (repair) gibi ilkeler de eklenmiş ve faaliyetlerin döngü içerisinde tamamlanması hedeflenmiştir (Yan ve Feng, 2014; Reike vd., 2018). Bu anlamda, DE'yi, ekonomik büyümenin doğal kaynak kullanımıyla bağıni kesmek için (Cullen, 2017) malzeme girdisini ve atık üretimini en aza indirmeyi (EEA, 2016) içeren kapsayıcı bir konsept olarak görmek mümkündür (Homrich vd., 2018).

DE modelinin ortaya çıkmasıyla birlikte, lineer bir ekonomiden DE'ye geçiş, hem sürdürülebilir kalkınmada hayati bir adım olarak görüldüğü için bilim insanları ve hükümetlerin (Avrupa Komisyonu, 2015), hem de daha fazla katma değer ve hızlı büyüme yaratmak adına önemli bir bileşen olarak görüldüğü için işletmelerin dikkatini çekmiştir (RE-CIRCLE, 2018). Bugünkü anlamında DE kavramının kökenleri, 1970'lerin kapalı döngü ekonomi (closed-loop economy) savlarında bulunmaktadır (Stahel ve Reday, 1977). Bazı atık yönetimi ve çevre koruma yasaları ilk olarak Almanya'da 1976'da (Wautelet, 2018) ve 1995'te İngiltere'de yürürlüğe girmiştir (Costa vd., 2010). Buradaki uygulamalar, DE veya döngüyü kapatmayı açıkça belirtmese de, atıkları yok etmek için sonsuzmuşçasına toprak kullanmaya devam etmenin imkansız olduğu fikrini paylaşmıştır. Entegre atık yönetimi (integrated waste management) ve kaynak kullanımı düzenleme gibi üretim aşamalarında bu fikirlerin benimsenmesi ve etkili olduklarının

görülmesi (Fitch-Roy vd., 2020), DE'nin benimsenecek politika olarak doğmasını sağlamıştır (Sakai vd., 2011). Birleşik Krallık, 1995 yılında çevre yasası ile kaynakların daha iyi bir şekilde yönetilmesini teşvik eden ve DE kavramını yaymada en çok rol üstlenen şirketlerden (Ellen McArthur Vakfı) birine sahip olan, Avrupa'daki ilk bölgelerden biri olma özelliğindedir (Hill, 2016). Almanya, 1996 yılında yürürlüğe koyduğu DE yasasında, katı atıklardan kaçınma ve kapalı döngü geri dönüşümlerine odaklanarak atık işleme amaçlı toprak kullanımını azaltmayı amaçlamıştır. Bu anlamda, DE'yi çeşitli politikalarla tanıtarak bu konudaki öncü ülkeler arasına girmiştir (Geng vd., 2013). Çevre ve iklim sorunlarına (Lundqvist, 2004; Hysing, 2014) karşı, ekolojik modernizasyon yaklaşımını (Mol ve Sonnenfeld, 2000) erken benimseyen İsveç de, uluslararası arenada DE geliştirme ve uygulama alanında önde olma hedefini belirlemiştir (SOU, 2017). İsveç'in geri dönüşüm yoluyla dögüsel materyal dolaşımını artırma girişimleri de uzun bir geçmişe sahiptir (Sjöstrand, 2014). Uzakdoğu'da ise DE 2002 yılında, Çin Komünist Partisi'nin ekonomik büyümeyi sürdürürken doğayı koruyabilmek için yeni stratejiler aramasıyla ortaya çıkmıştır (Geng ve Doberstein, 2008). Çin'in DE uygulamalarını yüklenirler karşılaştığı zorluklar arasında teknolojik yeniliklere ihtiyaç, etkili politikaların oluşturulması ve endüstriyel atıkların yönetilmesi yer alırken hızlı ekonomik büyüme ve endüstriyel dönüşüm sayesinde sürdürülebilir uygulamaları entegre etmeyi başarmıştır (Geng ve Doberstein, 2008). Bu bakımdan, Çin, 2008 yılında özel bir yasa ile DE'yi yürürlüğe sokan ilk Asya ülkelerinden olmuştur (CIRAIG, 2015).

Nüfus büyümesinin sınırlı doğal kaynaklarla aynı oranda sürdürülemeyecek olması, endüstriyel kalkınma ve onun yarattığı çevre kirliliğinden kaynaklanan iklim değişikliği gibi sebepler, Avrupa Komisyonu'nun DE alanında bir strateji önermesiyle sonuçlanmıştır (EC, 2012). Bu stratejide, iklim değişikliğine uyum, sınırlı kaynaklara olan bağımlılığının azaltılması, gıda güvenliği ve kırsal bölgelerde istihdam artışı gibi hedefler listelenmiştir. 2015 yılının sonunda ise Avrupa Birliği (AB) Komisyonu, AB ve üye ülkelerin, DE modelini uygulaması için bir eylem planı onaylamıştır (EC, 2015). Bu eylem planı, sürdürülebilir kaynak yönetimi ve geri dönüşümü artırmak için ürün tasarımının iyileştirilmesi, geri dönüştürülmüş malzemelerin pazarının artırılması ve daha sürdürülebilir üretim süreçlerinin sağlanmasını vurgulamıştır. Plan ayrıca, düzenleyici engelleri ortadan kaldırmak ve yenilikleri teşvik etmek için, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirliğin eşzamanlı bir şekilde yaratılmasındaki adımları da özetlemiştir. Bu anlamda, eylem planı, mevcut politikaların devamı olarak eko-yenilik (eco-innovation) getirebilmek için kabul edilmiştir (Colombo vd., 2019). Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal) ile 2019 yılında benimsenen yeni büyüme politikasına göre AB, 2050 yılına kadar iklim değişikliğini durdurmayı, yeni tip işler sunmayı, ekonomik büyümeyi artırmayı ve refah düzeyinin yükseltilmesini hedeflerken DE'ye geçiş sayesinde kaynakların kullanımındaki verimin artırılması ve çevresel yıkımın azaltılması için de çabalayacaktır (EC, 2020). Tüm bu gelişmeler, geleneksel bir lineer ekonomik modelden daha entegre ve çevre dostu bir yaklaşım yönünde ilerleme kaydetmeyi kapsayan politik bir değişim anlamına da gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı, DE'nin Türkiye'deki tarihsel gelişimini, nicel verilerle, seçili gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırma da yaparak ortaya koymaktır. Bunun için, Statistical Office of the European Communities (Eurostat) ve Organisation for Economic Co-operation and Development'ın (OECD), DE'yi ölçmek adına çeşitli başlıklar altında topladığı kaynak verimliliği, kişi başı yurtiçi malzeme tüketimi, kentsel atık üretimi, kişi başı atık üretimi, atık işleme yöntem oranları, kentsel atığın geri dönüşüm oranı, malzeme ithalat bağımlılığı ve sera gazı emisyonları göstergeleri kullanılmıştır. Göstergeler, verilerin kayıt altına alınmaya başlandığı 2000 yılı itibari ile en güncel dönemi kapsayacak şekilde toplanmıştır. Kaynak olarak kullanılan veri bankalarından, hangi göstergelere dair veri toplanacağına iki unsur belirleyici olmuştur. İlki, Türkiye'ye dair verilerin bulunması, ikincisi ise gelişmekte olan ülkeler karşılaştırması yapabilecek ülkelerden de en az bir tane olması. Bu anlamda, gelişmekte olan ülkeler kategorisinde verisi en çok bulunan ülkeler, Macaristan, Bulgaristan, Arnavutluk ve Sırbistan olmuştur. Gelişmiş ülkeler kategorisi için ise DE konusunda öncü ve Türkiye ile ticareti yüksek olan ülkelere seçim yapılarak analize Almanya, İngiltere ve İsveç dahil edilmiştir. Betimsel araçlarla, kaynak verimliliği, malzeme ayak izi, kişi başı kentsel atık üretimi, kişi başı atık üretimi, kentsel atıkların geri

dönüşüm oranı ve malzeme ithalat bağımlılığı verileri ile yapılan değerlendirmeler, Türkiye'nin DE'ye geçiş performansını incelemeyi mümkün kılmıştır. Sonuçlara göre Türkiye'de kaynak verimliliği yıllar içinde artmış olup en etkili artış, 2017 yılından itibaren gözlemlenmiştir. Yurtiçi malzeme tüketiminin oldukça düşük olması ve malzeme ayak izinin düşük seyretmesi talep ve tüketimin genel anlamda az olmasına işaret etmektedir. Kişi başına kentsel atık düşerken kişi başı toplam atığının artması, Türkiye'nin hane bazında atık üretiminin düşük, ancak kişi bazında yüksek olduğunu göstermiştir. Atıkların işlenmesinde, uzun yıllar en çok başvurulan yöntem imha iken 2016 yılından itibaren geri kazanım önem kazanmıştır. Son beş yıla dair verinin bulunduğu kentsel atığın geri dönüşüm oranının artması olumlu bir gelişmedir. İthalat bağımlılığı, gelişmiş ülkelere göre düşük seviyelerde olmasına rağmen yıllar içinde düşmeyip artmıştır. Son yıllarda, tüm hammaddelerin bağımlılığında düşüş yaşanırken metal cevherler ve fosil enerjideki bağımlılık çok yüksek seyretmiştir. Son olarak, sera gazı emisyonu yıllar içinde ciddi şekilde artarak DE'ye geçişte en kötü performans göstergesi olmuştur.

Andrews (2015), lineer ekonomi ve DE'nin ortaya çıkışını tarihsel olarak tekrar ele alıp döngüsellüğün gerçekleşebilmesi için üreticilerin yapması gerekenleri ortaya koymuştur. Yeni bir düşünme tarzı gerektiren DE modelinde, hizmet ve ürün tasarımcılarının, ekonomik ve çevresel ihtiyaçlara cevap vermesi ve problem çözme konusunda bütünsel bir yaklaşım geliştirmesi gerektiği dile getirilmiştir. Buna göre, yeni mezunlar, sürdürülebilirlik hakkında bilgi edinir ve sürdürülebilir ürün tasarımı uygulayabilir şekilde eğitilmelidir. Gregson vd. (2015) AB'de DE'nin uygulanmasındaki zorlukları araştırdıkları çalışmalarında, kavramın pratikteki kırılganlığını vurgulamışlardır. AB'de DE önce küresel geri dönüşüm ağları (global recycling networks) aracılığıyla sağlanıp bu ağların olumsuz addedilmesi ile birlikte, AB merkezli atıktan kaynağa dönüşümüyle değiştirildiği belirtilmiştir. Bu sürecin ise, siyasi piyasa yapıları sebebiyle ekolojik modernizasyon ve kaynak güvenliği endişelerinden dolayı zorluklarla karşı karşıya olduğu dile getirilmiştir. DE'yi kavramsallaştırmak adına 4R ilkesine bağlı kalarak yazındaki çalışmaları değerlendiren Kirchherr vd. (2017), toplamda 114 tanıma denk gelmiş ve bu çalışmalarda, DE'ye geçiş amacı olarak en çok bahsedilen unsurların, ekonomik refah ve çevre kalitesi olduğundan bahsetmiştir. Varolan çeşitli yaklaşımları ve alternatif uygulamalarını göz önünde bulundurarak, DE'nin temel kavramları hakkında bir uzlaşma ortaya koymayı amaçlayan Prieto-Sandoval vd. (2018), Web of Science'ta 1969-2017 yılları arasında filtrelenen 175 makaleyi incelemiş ve sadece 12 tanesinde DE'nin açık (explicit) tanımına denk gelmiştir. DE'nin ortak tanımı için önerileri ise; toplumun doğayla ilişkisinde bir paradigma değişimini temsil eden, kaynakların tükenmesini önlemek, enerji ve malzeme döngülerini tamamlamak ile sürdürülebilir kalkınmayı mikro, mezo ve makro ölçekte desteklemek amaçlarını kapsayan ekonomik sistem, şeklindedir. Khan ve Haleem (2020), yazın taraması ile DE pratiklerini mercek altına almış ve bir kurumun DE'yi etkili bir şekilde uygulaması için gereken pratiklerin; tüketici farkındalığı, yasalar ve politikalar, tedarik zincirindeki ortaklar arasında farkındalık geliştirmek, döngüsel kültürü yaymak ve döngüsel ürünler tasarlamak olduğunu ileri sürmüşlerdir. DE düzenleyici politika paketlerinin (circular economy regulatory policy packages) etkinliğini vaka çalışmaları ile inceleyen Fitch-Roy vd. (2021), paketlerin optimizasyonunun ülkeden ülkeye değiştiğini, yenilikçi yaklaşımlar olmasına rağmen değişimlerin dönüşümsel değil; ufak değişiklikler formunda olduğunu dile getirmiştir. Ziegler vd. (2023), DE'ye geçişin sosyal olarak içselleştirilmediğinde lineer ekonomi modeline mahkum olunacağını ileri sürerek sosyal ekonominin DE'yi nasıl oturabileceğine dair önerilerde bulunmuştur. Bunlar arasında, paydaşların ihtiyaçlarını gözeten ve toplumsal değer yaratmayı da başaran iş modelleri; vatandaşların düşünme ve karar vermede aktif katılımına dayanan üretim ve tüketim ile teknolojiye, kullanıcılarını güçlendirmeyi amaçlayan bir yaklaşım vardır.

AB ülkeleri üzerine nicel pek çok DE çalışması bulunmaktadır. Busu ve Trica (2019), 27 AB ülkesinin Eurostat verilerine dayanarak 2010-2017 dönemi için DE faktörlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmıştır. Buna göre ekonomik büyümeyi en güçlü şekilde etkileyen faktörler olarak sırasıyla işçi üretkenliği ve kaynak üretkenliği bulunmuştur. Belirli Avrupa ülkelerinde, DE hedeflerini başarabilmeyi değerlendiren Škrinjarić (2020), 2010-2016 döneminde bölgesel farklılıklarla karşılaşmıştır.

Daha net bir ifadeyle, Gri İlişkisel Analiz yöntemini kullanarak yorumlanan sonuçlarda, DE'ye geçiş hedeflerinde en başarılı olan ülkeler Almanya, Hollanda, Danimarka, Fransa ve İtalya olup en kötü performansın ise Romanya, Yunanistan, Kıbrıs, Slovakya ve Bulgaristan'a ait olduğu bulunmuştur. Fura vd. (2020), 28 AB ülkesinde döngüsel ekonominin ilerleme seviyesini Eurostat verilerinden sentetik ölçüt yaratarak analiz etmiştir. Gelişmiş Benelux ülkeleri, en yüksek DE ilerleme seviyesine sahipken Malta, Kıbrıs, Estonya ve Yunanistan'ın ise DE göstergelerinde az gelişmiş olduğu bulunmuştur. Nham ve Ha (2022), AB ülkeleri için dijitalleşme ve DE arasındaki bağlantıyı inceledikleri analizlerinde lineer olmayan bir ilişki tespit etmişlerdir. Buna göre, dijitalleşme belirli bir seviyeye ulaştığında DE'ye olumlu bir etkisi olabilmektedir. Yılmaz (2022), 28 AB ülkesinin DE performanslarını 2016 ve 2018 yıllarında Veri Zarflama Analiz yöntemiyle karşılaştırarak incelemiştir. Sonuçlara göre, 2018 yılında, 2016 yılına göre daha fazla ülke daha iyi performans göstermiş ve bu durum, DE'ye geçişe dair ilerlemenin olması yönünde yorumlanmıştır.

Türkiye ile alakalı DE araştırmaları ise çok kısıtlıdır. Önder (2018), sürdürülebilir kalkınma başlığı altında DE incelemesi yapan yazın örneklerinden ilki sayılabilir. Gedik (2020) makalesinde, DE'ye dair temel teorileri oluşturup DE'nin farkındalığını, fırsatlarını ve zorluklarını değerlendirmiştir. Sapmaz Veral (2021) çalışmasında, DE'ye geçişte karşılaşılabilecek engellerden, takip edilebilecek strateji ve iş modellerinden bahsetmiştir. Erol vd. (2021), Türkiye'de DE'ye yönelik olarak blockchain tabanlı güneş fotovoltaik enerji ekosisteminin performansını iyileştirebilmek için gereken kritik başarı faktörlerini incelemiştir. Etkin hükümet teşvik programları ve düzenlemelerinin olmasının, Türkiye'de blockchain tabanlı fotovoltaik enerji ekosisteminin gelişip DE performansını artırması için önemli olduğu bulunmuştur. Ayçin ve Kaya (2021), Türkiye'de sıfır atık yönetimi uygulamalarında önemli yere sahip potansiyel engelleri, Bulanık Dematel yöntemi ile tanımlamayı amaçladığı çalışmasında, DE ile ilgili hedef ve taktiklerin belirsizliği ile finansal ve ekonomik desteğin eksikliğini en önemli engeller olarak bulmuştur. Balbay vd. (2021), Türkiye'de DE'nin uygulanabilirliğini ortaya koyabilmek için PEST ve SWOT analizleri yapmıştır. Sonuçta, dünyada çokça ses getiren bu kavramın, Türkiye'de hızlıca uygulanmaya başlaması gerektiğini belirtmişlerdir. Özuyar (2021), sanayi bölgeleri, kümelenme uygulamaları, teknoparklar, endüstriyel simbiyoz gibi DE yöntemlerini ve bunların iklim değişikliği üzerine sektör bazlı sonuçlarını incelemiştir. Tarımsal gıda tedarik zincirlerinin (agri-food supply chains) sürdürülebilirlik zorluklarını aşmak adına DE'ye dayalı büyük veri analizi (circular economy-based big data analytics) için yetkinliklerini kullanmaları gerekir. Bu konudaki önemli başlıkları Türkiye için inceleyen Perçin (2022), tedarik zinciri yönetimi, büyük veri altyapısı ve verimlilik artışının en önemli yetkinlikler olduğunu bulmuştur. Sürmen ve Ece Çokmutlu (2022), DE'yi ölçebilmek için Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi'ndeki imalat işletmelerinin DE açıklamalarından yola çıkmıştır. Performans sıralamaları TOPSIS yöntemine vasıtasıyla yapılan şirketler arasında 2019, 2020 ve 2021 yılları için en üst sıraya yerleşen şirket CCOLA olarak bulunmuştur.

Özellikle AB'nin 2030 ve 2050 DE hedefleri düşünüldüğünde, bu çalışmanın yazına birden çok katkısı mevcuttur. Öncelikle, yazında yayımlar çoğunlukla AB ülkelerini konu almıştır. Türkiye ile alakalı çalışmalar ise daha çok teorik çerçeveyi oluşturmak veya DE'yi ölçmek üzerinedir ve Türkiye'nin içinde olduğu nicel analize denk gelmek mümkün değildir. Bu çalışma, yazındaki bu eksikliği gidermektedir. İkinci olarak çalışma, ülke karşılaştırmaları vasıtasıyla, AB'ye aday ülke olarak Türkiye'nin, AB'nin DE ile ilgili koyduğu hedeflere ne mesafede olduğunu, DE ve ilgili politikaları benimsemeye ilerleme kaydedip kaydetmediğini gözler önüne serdiği gibi gelişmekte olan ülkeler arasındaki sıralamasını da anlamaya yardımcı olur. Çalışmanın diğer bir katkısı ise, sonuçları sayesinde politika yapıcılara, Türkiye'nin DE performansını geliştirebilmesi için önerilerde bulunabilmesidir.

Çalışma, 3 temel bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümü ile yazındaki nicel çalışmaların özeti ardından, ikinci bölümde analiz ve bulgulara yer verilmiş; sonuç bölümünde ise bulguların yorumlanması ve politika önerileriyle çalışma tamamlanmıştır.

2. Analiz

AB, döngüsel ekonomi ve ona geçişi denetlemek amacıyla 5 başlık altında toplanan göstergeler kullanılmaktadır. Aşağıdaki analizde, bu kategoriler içerisinde Türkiye'ye dair de veri bulunan kategoriler ve göstergeler kullanılmıştır.

Tablo 1: Kullanılan Veriler

Üretim ve Tüketim	Atık Yönetimi	İkincil Hammaddeler	Rekabetçilik ve Yenilikçilik	Küresel Sürdürülebilirlik ve Dayanıklılık
<ul style="list-style-type: none"> • kaynak verimliliği (resource productivity) • malzeme ayak izi (material footprint) • kişi başı kentsel atık üretimi (generation of municipal waste per capita) • kişi başı atık üretimi (waste generation per capita) 	<ul style="list-style-type: none"> • kentsel atıkların geri dönüşüm oranı (recycling rate of municipal waste) 			<ul style="list-style-type: none"> • malzeme ithalat bağımlılığı (material import dependency)

İkincil hammaddeler ile rekabetçilik ve yenilikçilik başlıklarında Türkiye'ye dair veri bulunmadığından bu kategoriler analizde yer almamaktadır.

Kaynak verimliliği, gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYH), yurtiçi malzeme tüketimine (YMT: ekonomide doğrudan kullanılan toplam malzeme miktarı) bölünmesiyle hesaplanır. Malzeme kullanımındaki üretkenliğin artması, negatif çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olur. Dolayısıyla DE'ye geçiş, ekonomik büyümenin kaynak kullanımından ayrıştırılmasına (decoupling), kaynak verimliliğinin artmasıyla katkıda bulunur. Bu ayrışma ancak GSYH artarken YMT (kaynak kullanımı) sabit kalır veya azalır gerçekleşebilir. AB'nin 2023'te yürürlüğe koyduğu 2030 hedefi de bununla paralel olarak kaynak verimliliğinin artması yönündedir. Burada ülkeler arası karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlaması adına, kaynak verimliliği verisi olarak kilogram (kg) başına satın alma standardı kullanılmıştır.

Tablo 2: Kaynak Verimliliği

Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Arnavutluk	Sırbistan	Türkiye
2000	1,29	1,21	1,75	0,83	0,43	:	:	0,80
2001	1,42	1,25	1,83	0,81	0,43	:	0,41	0,94
2002	1,50	1,26	1,95	0,92	0,45	:	0,43	0,93
2003	1,55	1,29	2,05	0,96	0,48	:	0,48	0,93
2004	1,60	1,33	2,08	0,85	0,46	:	0,48	1,02
2005	1,68	1,24	2,20	0,78	0,51	:	0,51	0,96
2006	1,70	1,43	2,32	0,97	0,50	:	0,53	0,94
2007	1,80	1,41	2,39	1,28	0,54	:	0,61	1,01
2008	1,86	1,45	2,60	1,22	0,54	:	0,63	1,10
2009	1,85	1,56	2,78	1,45	0,65	:	0,67	1,07

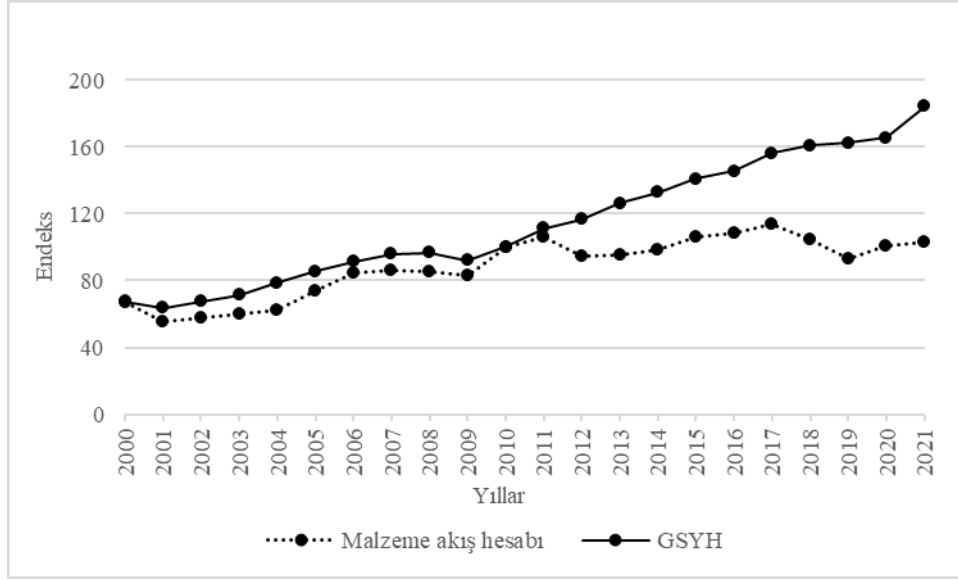
2010	1,95	1,46	3,01	1,66	0,69	1,04	0,64	1,02
2011	1,93	1,45	3,05	1,72	0,64	1,06	0,67	1,09
2012	2,01	1,48	3,21	1,96	0,69	1,08	0,74	1,28
2013	2,05	1,44	3,21	1,76	0,70	0,96	0,70	1,37
2014	2,11	1,44	3,24	1,42	0,67	1,03	0,73	1,43
2015	2,24	1,54	3,53	1,51	0,62	0,92	0,70	1,45
2016	2,29	1,51	3,60	1,58	0,74	0,84	0,65	1,44
2017	2,35	1,48	3,64	1,47	0,75	1,16	0,71	1,45
2018	2,51	1,47	3,73	1,37	0,77	1,14	0,71	1,58
2019	2,63	1,45	3,84	1,39	0,80	1,21	0,71	1,74
2020	2,65	1,51	:	1,57	0,81	1,36	0,67	1,61
2021	2,72	1,48	:	1,72	0,82	1,43	0,74	1,77
Ortalama	1,99	1,42	2,80	1,33	0,62	1,10	0,62	1,22

Kaynak: Eurostat

Kaynak verimliliğinde en yüksek ortalama İngiltere'ye, en düşük ortalama da Bulgaristan ve Sırbistan'a aittir. Bu anlamdaki en yüksek gelişimi gösteren ülkeler ise %120 kaynak verimliliği artışı ile Türkiye ve İngiltere olmuştur. Macaristan ile Almanya ise %110 ile bu ülkeler arasındaki ikinciliği paylaşmıştır. Kaynak verimliliği seviyesinde İsveç'i 2018 yılından beri geçen Türkiye, çeşitli yıllarda verimlilikte gerilese de, 2017 yılından beri hep artan eğilimde olmuştur. Gelişmekte olan ülkeler grubunda karşılaştırma yapıldığında ise, yüksek bir kaynak verimliliğini temsil etmektedir.

Türkiye özelinde bu ayrışmayı, çevresel verinin, ekonomik veriden ne kadar farklılaştığıyla gözlemlemek mümkündür. Çevresel veri için bin ton cinsinden toplanan malzeme akış hesabı verisi, endekse dönüştürülmüş, ekonomik veri için ise 2010 yılının baz yıl olarak kabul edildiği zincirlenmiş hacim endeksiyle hesaplanan GSYH kullanılmıştır. Ekonomik veri için baz yıl 2010 olduğundan, tutarlılık adına, çevresel veri için de baz yıl 2010 alınarak ton cinsinden veriler, her yıl için 2010 verisine oranlayarak endeks değerler bulunmuştur. 2000-2011 ve 2013-2016 yılları arasında beraber hareket eden malzeme akış hesabı ve GSYH, 2012 yılındaki ayrışma haricinde, yukarıdaki tabloda da belirtildiği gibi 2017 yılından itibaren birbirinden farklılaşmaya başlamıştır.

Grafik 1: Ayrıntılı Kaynak Verimliliği Gelişimi



Kaynak: Eurostat ve yazar hesaplamaları

YMT, ülke bazında da incelenebilir. OECD, YMT verisini, malzeme tüketim (material consumption) olarak tanımlamakta ve bir ülkede kullanılan biyokütle, metaller, metalik olmayan mineraller ve fosil enerji maddelerinin toplam miktarı ile ifade etmektedir.

Tablo 3: Kişi Başı Yurtiçi Malzeme Tüketimi

Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Arnavutluk	Sırbistan	Türkiye
2000	17,51	20,17	12,41	11,64	12,50	9,81
2001	16,56	19,82	12,44	13,37	13,62	..	12,26	8,08
2002	16,05	20,13	12,05	12,55	14,18	..	13,08	8,22
2003	15,82	20,25	12,01	12,69	14,49	..	12,27	8,45
2004	16,03	20,79	12,38	15,58	16,35	..	13,78	8,75
2005	15,53	22,43	12,00	17,90	16,68	..	14,02	10,20
2006	15,98	20,90	11,76	15,03	18,22	..	14,44	11,52
2007	15,91	22,72	11,60	11,78	19,00	..	13,79	11,60
2008	15,85	22,42	10,79	13,24	20,63	..	14,71	11,38
2009	15,03	19,33	9,39	10,82	16,54	..	13,46	10,93
2010	15,10	21,72	9,03	9,93	16,52	6,95	14,35	12,93
2011	16,48	22,53	8,97	10,02	18,45	7,10	14,55	13,48
2012	15,93	22,27	8,70	8,82	17,83	7,19	13,22	11,90
2013	15,91	22,73	8,86	10,13	17,33	7,93	14,36	11,82
2014	15,96	23,02	9,00	13,04	19,10	7,81	13,57	12,12
2015	15,28	22,56	8,56	12,86	21,58	9,02	14,48	12,90
2016	15,34	22,76	8,37	12,35	19,14	9,86	15,85	12,94
2017	15,56	23,67	8,49	13,82	19,97	7,50	15,21	13,43
2018	15,01	24,16	8,44	15,81	20,61	7,93	15,90	12,23
2019	14,40	25,12	8,33	16,45	20,89	7,76	17,01	10,74
2020	13,94	23,84	..	14,26	20,66	6,70	17,85	11,44
2021	14,35	26,38	..	14,20	22,98	7,05	18,21	11,65
Ortalama	15,62	22,26	10,18	13,01	18,06	7,73	14,59	11,21

Kaynak: OECD.Stat

Nüfus büyüklüklerinden arındırılmış veriyi ifade eden kişi başı YMT, Almanya ve İngiltere harici ülkelerde artmıştır. Artışlar özellikle 2010 yılı sonrası gözlemlenmektedir. Artışlar, ekonomik büyüme ile ilgili olduğu kadar nüfustaki azalmayla da ilgili olabilmektedir. Gelir ve nüfus artışının, gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş olanlara göre fazla olması, mal ve hizmet talebinin gelişmekte olan ülkelerdeki yükselişini açıklamaktadır. Bu anlamda, kendi kategorisindeki ülkeler içinde Türkiye'deki ortalama kişi başı YMT seviyesi, çok yüksek bir tüketim davranışı olmadığına işaret olarak yorumlanabilir.

Malzeme tüketiminde, kaynak verimliliğine ek olarak kullanılan göstere, malzeme ayak izidir. Malzeme ayak izi, tüketilen ürünleri üretmek için gereken malzeme miktarını ortaya koyduğu için hammadde tüketimi (raw-material consumption) ile ölçülmektedir. Veri, ürünlerin nerede üretildiğine bakılmaksızın, ülkenin ürün taleplerini karşılamak için gereken malzemelerin miktarını gözler önüne serer. Eurostat verileri arasında Türkiye'ye dair gözlem olmadığı için aşağıdaki tabloda OECD verisinden yararlanılmış ve veri, kişi başı bin kg cinsinden belirtilmiştir.

Tablo 4: Malzeme Ayak İzi

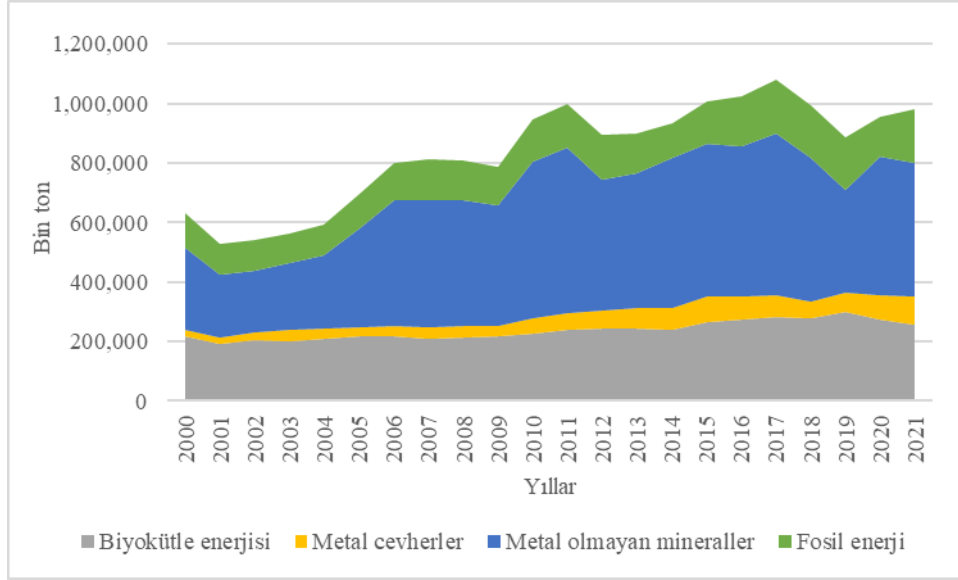
Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Arnavutluk	Sırbistan	Türkiye
2000	25,71	24,33	22,33	14,48	14,23	9,44	4,19	10,42
2001	23,20	24,14	22,48	14,76	16,60	8,70	5,10	8,21
2002	21,38	24,89	21,68	15,15	15,66	8,95	5,47	8,44
2003	22,17	24,88	20,82	15,23	16,85	10,46	6,24	9,00
2004	22,24	23,97	21,58	17,87	16,37	11,43	8,41	9,71
2005	19,85	31,38	23,06	21,39	19,92	12,11	7,73	11,93
2006	20,85	31,68	23,87	18,28	21,33	12,07	14,87	13,31
2007	21,43	32,67	22,25	16,04	21,04	11,91	13,10	15,47
2008	21,56	30,95	19,63	16,87	21,36	13,46	15,89	14,79
2009	19,85	23,66	17,25	14,95	18,88	14,50	13,34	13,08
2010	20,63	27,95	17,03	13,00	15,01	11,92	15,54	15,76
2011	21,60	29,08	17,46	12,88	14,69	12,49	16,97	18,23
2012	20,36	29,07	17,94	11,92	21,49	12,44	16,07	17,14
2013	20,36	27,96	17,86	13,24	17,08	11,49	15,77	17,97
2014	20,70	29,25	19,09	14,93	17,58	13,14	15,72	17,76
2015	20,06	29,11	18,97	13,55	19,12	12,61	15,09	18,16
2016	20,50	29,48	18,27	13,92	19,56	14,39	15,57	16,40
2017	21,29	29,42	18,20	13,85	19,29	14,46	16,48	16,48
2018	20,23	27,44	18,01	14,75	14,69	12,85	15,21	17,43
2019	19,40	26,72	17,85	15,27	15,02	12,96	15,65	17,49
Ortalama	21,17	27,90	19,78	15,12	17,79	12,09	12,62	14,36

Kaynak: OECD.Stat

YMT verisiyle paralel olarak en yüksek ortalama İsveç'e aittir. Türkiye ise, ortalama 14.46 bin kg ile en düşük üçüncü ülke konumundadır. 2000-2019 yılları arasında, biyokütle, metal madenler, metalik olmayan mineraller ve fosil enerji maddelerine olan hane halkları, hükümetler ve işletmeler tarafından tüketmek veya yatırım yapmak adına üretilen mal ve hizmetlere olan talep Almanya ve İngiltere'de AB'nin 2030 hedefleri doğrultusunda azalırken Macaristan'da neredeyse sabit kalmış, diğer ülkelerde ise artmıştır.

Artışın hangi malzemelerde yoğunlaştığını görmek, 2030 hedeflerini yakalamada önemli rol oynayabilmektedir. Aşağıdaki grafik, Türkiye için YMT özelinde malzemelerin zaman içindeki bin ton cinsinden talep değişimini göstermektedir.

Grafik 2: Ayrıntılı Yurtiçi Malzeme Tüketimi Gelişimi



Kaynak: Eurostat

Biyokütle enerjisine olan talep 2015-2019 yılları arasındaki hafif artış haricinde neredeyse hep aynı kalmıştır. Benzer durumu metal cevherlerde de gözlemlemek mümkündür. Tüketimin sıklıkla oynaklık gösterdiği malzemeler, metal olmayan mineraller ve fosil enerji olup genel eğilimleri artmak yönünde gerçekleşmiştir. Tüketimin, metal olmayan minerallerde, fosil enerjiye göre 3,7 kat daha dik gerçekleşmesi, talebin aslen metal olmayan mineraller tarafından şekillendiğini göstermektedir.

Eurostat'ın kaynak verimliliği verisine denk OECD verisi, malzeme verimliliğidir (material productivity). Malzeme üretkenliği, tüketilen malzeme birimi (YMT) başına düşen ekonomik üretimin (GSYH) miktarı olarak ifade edilir. Veri, 2010 baz yılı ve satın alma gücü paritesi kullanılarak Amerikan doları sabit fiyatlarıyla ölçüldüğünden dolar/kg cinsindedir.

Tablo 5: Malzeme Verimliliği

Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Arnavutluk	Sırbistan	Türkiye
2000	2,28	1,94	2,98	1,62	0,77	1,54
2001	2,45	2,00	3,03	1,47	0,75	..	0,71	1,73
2002	2,52	2,01	3,17	1,65	0,78	..	0,71	1,79
2003	2,54	2,03	3,27	1,70	0,81	..	0,79	1,82
2004	2,53	2,06	3,22	1,46	0,77	..	0,77	1,91
2005	2,63	1,95	3,39	1,33	0,82	..	0,80	1,76
2006	2,66	2,18	3,51	1,65	0,80	..	0,82	1,65
2007	2,75	2,06	3,62	2,11	0,83	..	0,92	1,70
2008	2,80	2,06	3,85	1,90	0,81	..	0,91	1,72
2009	2,79	2,27	4,20	2,17	0,99	..	0,97	1,68
2010	2,90	2,12	4,44	2,40	1,01	1,52	0,92	1,52
2011	2,81	2,09	4,48	2,43	0,93	1,53	0,93	1,60
2012	2,91	2,09	4,65	2,74	0,98	1,54	1,02	1,87
2013	2,92	2,06	4,62	2,44	1,00	1,41	0,97	2,02
2014	2,96	2,06	4,66	1,98	0,93	1,46	1,02	2,04
2015	3,12	2,18	4,97	2,08	0,85	1,29	0,97	2,00
2016	3,15	2,18	5,16	2,22	1,00	1,22	0,92	2,04
2017	3,17	2,12	5,18	2,08	0,99	1,67	0,98	2,08

2018	3,31	2,09	5,27	1,92	0,99	1,64	0,99	2,32
2019	3,48	2,03	5,39	1,93	1,03	1,71	0,97	2,63
2020	3,46	2,08	..	2,13	1,00	1,92	0,92	2,49
2021	3,45	1,96	..	2,30	0,94	1,99	0,98	2,70
Ortalama	2,89	2,07	4,15	1,99	0,90	1,57	0,90	1,94

Kaynak: OECD.Stat

Kaynak verimliliği ile malzeme verimliliği verilerindeki sonuçlar birbiriyle örtüşmektedir. Tablodaki diğer gelişmekte olan ülkeler arasında Türkiye, ortalama malzeme verimliliğinde Macaristan'dan sonra ikinci en yüksek ülke sıralamasındadır. Bu iki ülkeden en çok hangisinde malzeme verimliliğinin arttığına bakıldığında ise Macaristan'ın 1.8 katı büyüyerek %76 verimlilik artışıyla Türkiye'nin önde geldiği görülebilmektedir.

Kişi başı kentsel atık üretimi, belediye yetkilileri tarafından veya onlar adına toplanan, atık yönetimi aracılığıyla ortadan kaldırılan atıkları ölçmektedir. Veri, toplam atığın, nüfusa bölünmesiyle kişi başı kg cinsinden belirtilmektedir. Gösterge, çoğunlukla hanelerde üretilen atıklardan oluşmakla beraber, ticaret, ofisler ve kamu kurumlarından çıkan atıkları da hesaba katar. Kentsel atık üretimin azaltılması, atık önleme önlemlerinin etkinliğinin arttığını ve ekonomideki tüketim şekillerinin değişmekte olduğunun işareti olduğundan, AB'nin 2030 hedefi, kişi başı kilogramın düşmesi yönündedir.

Tablo 6: Kentsel Atık Üretimi

Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Türkiye
2000	642	425	577	446	612	465
2001	632	439	591	452	596	476
2002	640	465	598	457	602	470
2003	601	464	591	464	603	465
2004	587	461	602	454	599	440
2005	565	479	581	461	588	458
2006	564	491	583	468	577	434
2007	582	488	567	457	553	433
2008	589	485	541	454	599	400
2009	592	472	522	430	598	419
2010	602	441	509	403	554	407
2011	626	453	491	382	508	416
2012	619	454	477	402	460	410
2013	615	455	482	378	432	406
2014	631	443	482	385	442	405
2015	632	451	483	377	419	400
2016	633	447	483	379	404	426
2017	627	452	468	385	435	425
2018	606	434	463	381	407	424
2019	609	449	:	387	442	424
2020	641	431	:	403	408	415
2021	646	418	:	416	445	416
Ortalama	612,77	454,41	531,11	419,14	512,86	428,82

Kaynak: Eurostat

Kişi başına düşen en düşük kentsel atık üretimi ortalaması, 419.14 kg ile Macaristan'a, ikinci en düşük ortalama da Türkiye'ye aittir. Seviyelerin birbirinden farklılaşmasında, tüketim örüntüleri ile ekonomik zenginlikler arasındaki farklar kadar atıkların nasıl toplanıp yönetildiği de etkili olmaktadır. Dolayısıyla, Almanya ve İngiltere'nin ekonomik zenginlikleri sebebiyle bu verideki yüksek değerleri beklenirken Bulgaristan'ın ortalama seviyesinin yüksekliği atık toplama ve yönetimindeki başarısızlıklarına işaret

olarak düşünülebilir. Diğer yandan ekonomik zenginliğine rağmen İsveç'in görece düşük olan ortalama kişi başı kg değeri ise İsveç'in atık yönetimindeki başarısını göstermektedir. Bu göstergedeki asıl hedef, kişi başına düşen atık kilogramının azalması olduğu için seviyeden ziyade yıllar içindeki en etkin düşüşe bakmak daha anlamlıdır. 2000 ile 2021 yılları arasındaki %27 azalmayla, en etkili düşüşü Bulgaristan yakalarken yine aynı yıllar arasında %11'lik düşüş ile Türkiye, kişi başı atık üretimindeki etkinlikte üçüncü sırayı almıştır.

DE politikalarının uzun vadede hedefi, üretilen atık miktarını azaltmak ve atık üretimi kaçınılmaz olduğunda ise atığı bir kaynak olarak görmeyi sağlayıp daha çok geri dönüşüm ile atıkların güvenli bir şekilde ortadan kaldırmasını sağlamaktır. Kişi başı atık üretimi, maden ve hane atıkları da dâhil olmak üzere, bir ülkede meydana gelen toplam atığın, ülkenin nüfusuna bölünmesiyle hesaplanmaktadır ve AB'nin 2030 hedefi, toplam atıkta ciddi düşüş sağlanmasıdır.

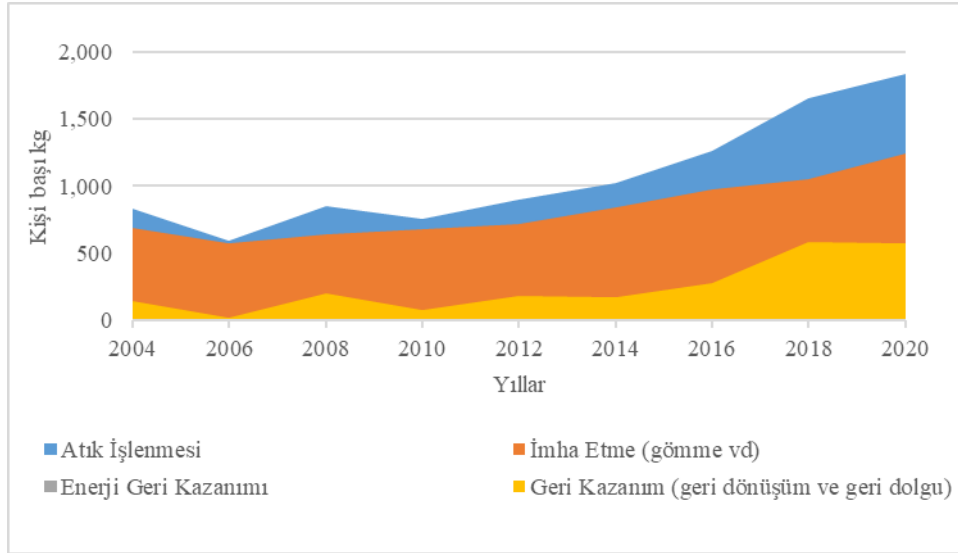
Tablo 7: Kişi Başı Atık Üretimi

Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Sırbistan	Türkiye
2004	4,4	10,2	5,0	2,4	26,1	:	870,0
2006	4,4	10,5	4,8	2,2	21,4	:	665,0
2008	4,5	9,3	4,6	1,7	22,4	:	912,0
2010	4,4	12,5	3,9	1,7	22,6	4,6	869,0
2012	4,6	16,4	3,8	1,6	22,1	7,6	896,0
2014	4,8	17,2	4,1	1,7	24,9	6,9	947,0
2016	4,9	14,3	4,1	1,6	16,9	6,9	953,0
2018	4,9	13,6	4,2	1,9	18,5	7,3	1,2
2020	4,8	14,7	:	1,8	16,8	8,5	1,3
Ortalama	4,6	13,2	4,3	1,8	21,3	7,0	955,0

Kaynak: Eurostat

2004 yılından itibaren sadece iki yılda bir toplanan veriye göre, ortalama en düşük kişi başına düşen toplam atık miktarı 955 kg ile Türkiye'dedir. Ancak, Almanya, İsveç, Sırbistan ve Türkiye, 2020 yılında 2004 yılıyla karşılaştırıldığında kişi başı atık kilogramını düşürememiştir. Geri kalan ülkelerden atık üretiminde en ciddi düşüşü %36 ile Bulgaristan başarmıştır.

Atıkların hangi yollarla arıtıldığı da önemli başlıklar arasındadır. Toplam atık işlenmesinin (waste treatment) gelişimi ile ana kategorileri olan geri dönüşüm ve imha etmenin zamana göre değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.

Grafik 3: Atık İşlenme Yöntemlerinin Değişimi

Kaynak: Eurostat

Atığın enerji olarak geri kazanımı toplam atık işleme yöntemleri içerisinde en fazla %0.85'e denk geldiğinden, bu çok düşük seviye grafikte gözükmemektedir. Diğer bir deyişle, enerji geri kazanabilmek için yapılan yakma vb. atık işleme yöntemleri Türkiye'de henüz gelişmemiştir. Grafikte, en geniş alanı, imha etmenin (disposal) kaplaması bu tür atık işleme yönteminin Türkiye'de yaygın kullanıldığını; ancak 2014 yılından itibaren geri kazanım başlığındaki alanın artması ise, Türkiye'nin atığı işlemede geri dönüşüme verdiği artan önemi göstermektedir.

DE'de atığın bir kaynak olarak görüldüğü unutulmamalıdır. Bu yüzden atık yönetimi başlığındaki en önemli verilerden biri kentsel atıkların geri dönüşüm oranıdır (recycling rate of municipal waste). Bu gösterge, tüketici atıklarının DE'de bir kaynak olarak ne oranda kullanıldığını ve dolayısıyla atık yönetim sisteminin kalitesini gösterir. Hesaplanışı ise, geri dönüştürülmüş kentsel atıkların toplam kentsel atık üretimine bölünmesine dayanır. Yüzde cinsinden belirtilen değerlerde, AB'nin 2020 hedefi %50 iken, 2030 ve 2035 hedefleri sırasıyla %60 ve %65'tir.

Tablo 8: Kentsel Atığın Geri Dönüşüm Oranı

Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Sırbistan	Türkiye
2000	52,5	38,5	11,1	1,6	15,5	:	:
2001	52,3	39,0	12,4	1,6	16,1	:	:
2002	56,1	39,7	14,5	2,5	16,3	:	:
2003	57,8	41,3	18,1	3,5	16,5	:	:
2004	56,4	43,9	22,6	11,8	17,2	:	:
2005	60,9	44,6	26,7	9,6	18,3	:	:
2006	62,1	47,7	30,3	10,4	19,1	:	:
2007	63,2	46,7	33,6	12,1	20,6	:	:
2008	63,8	45,6	36,4	15,2	19,4	:	:
2009	63,1	49,2	38,3	15,4	19,9	:	:
2010	62,5	47,8	40,2	19,6	24,5	:	:
2011	63,0	47,0	42,0	22,0	26,2	:	:
2012	65,2	46,9	42,6	25,5	25,0	:	:
2013	63,8	48,2	43,2	26,4	28,5	1,0	:
2014	65,6	49,3	43,4	30,5	23,1	0,7	:
2015	66,7	47,6	43,3	32,2	29,4	0,8	:

2016	67,1	48,4	44,0	34,7	31,8	0,3	9,2
2017	67,2	46,8	43,8	35,0	34,6	0,3	9,2
2018	67,1	45,8	44,1	37,4	31,5	0,3	11,5
2019	66,7	46,6	:	35,9	34,6	:	11,5
2020	70,3	38,3	:	32,0	35,2	15,4	12,3
2021	71,1	39,5	:	34,9	28,2	16,8	12,3
Ortalama	62,9	44,9	33,2	20,4	24,0	4,5	11

Kaynak: Eurostat

2020 yılında AB hedefini tutturana tek ülke Almanya'dır; hatta ortalama yüzdesiyle dahi Almanya, 2030 hedefini gerçekleştirmiş durumdadır. Sırasıyla 6 ve 8 gözlem bulunan Türkiye ve Sırbistan ise 2020 hedefinden dahi oldukça uzaktadır. Oranın, verinin bulunduğu 2016 yılından itibaren artması olumlu bir gelişme olmakla birlikte Macaristan ve Bulgaristan'ın ortalama üç kat daha başarılı olmaları, Türkiye'nin atık yönetiminde kat etmesi gereken çok yol olduğuna işaret etmektedir.

Malzeme ithalat bağımlılığı, bir ekonominin, hammadde ihtiyaçlarını karşılamak için ne derece ithalata bağlı olduğunu anlatır. Hesaba katılan malzemeler; biyokütle enerjisi, fosil enerji, metal ve metal olmayan madenlerdir. Bu gösterge, ithalatın, doğrudan malzeme girişine oranıyla hesaplanarak yüzde olarak ifade edilir. Dolayısıyla değerler, %100'den büyük veya negatif olamaz. %100 ise, referans yılı boyunca ulusal düzeyde çıkarılan hammadde (domestic extractions) olmadığına işaret eder. AB'nin hedefi, ithalat bağımlılığının 2030 yılına kadar düşürülmesi şeklindedir.

Tablo 9: Malzeme İthalat Bağımlılığı

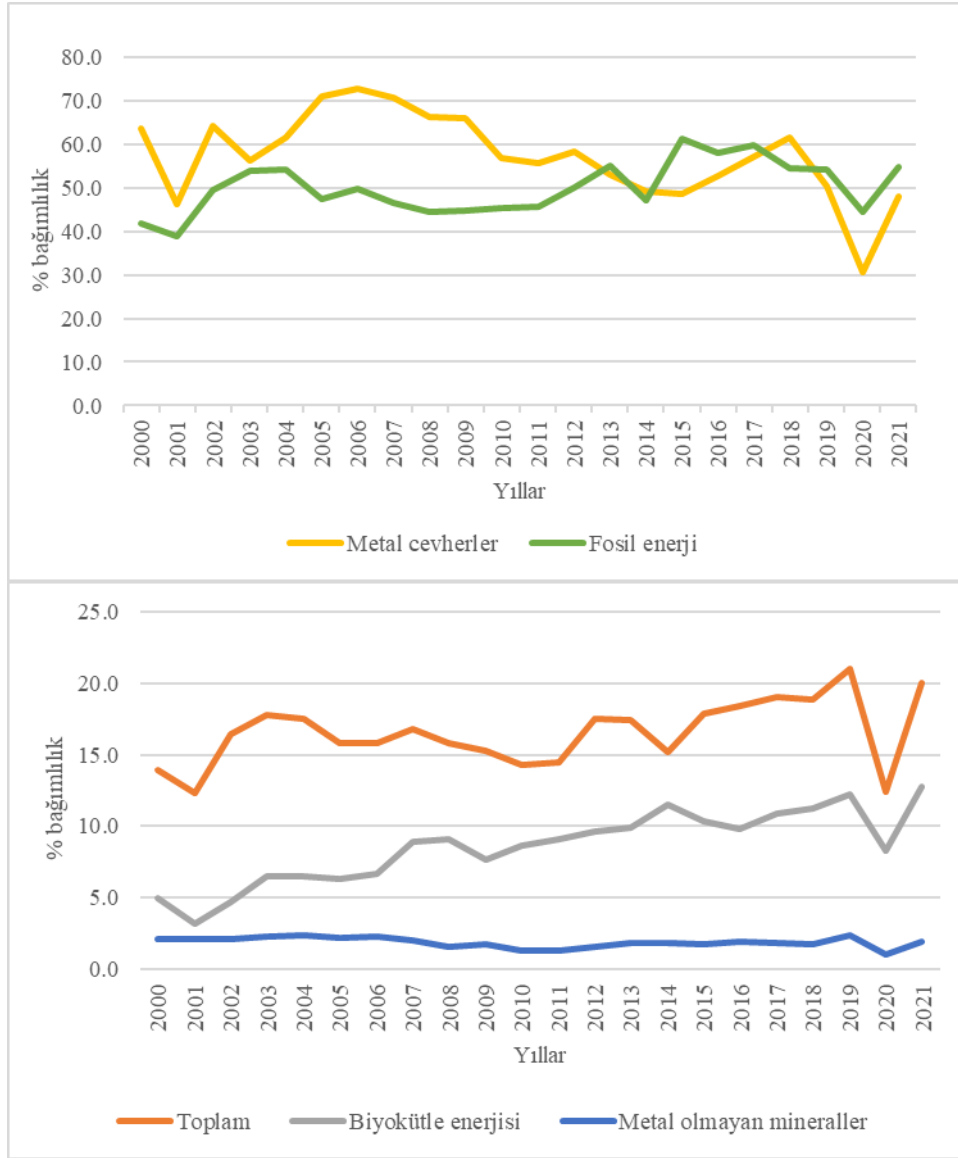
Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Arnavutluk	Sırbistan	Türkiye
2000	30,7	28,3	23,5	22,3	16,1	:	:	13,9
2001	31,4	27,6	25,9	20,0	15,7	:	7,7	12,3
2002	32,4	27,9	26,0	22,3	15,2	:	8,4	16,4
2003	34,1	29,1	27,6	23,8	17,5	:	10,3	17,8
2004	34,6	28,5	30,4	21,1	16,6	:	11,8	17,5
2005	35,3	26,8	32,0	19,4	17,5	:	11,3	15,8
2006	36,3	27,7	33,5	22,7	18,2	:	12,6	15,8
2007	36,6	26,8	34,1	27,9	18,8	:	12,9	16,8
2008	37,1	27,6	34,3	26,6	16,9	:	12,3	15,8
2009	35,4	26,8	34,9	24,6	16,0	:	10,7	15,3
2010	38,0	27,6	36,7	28,9	15,9	20,2	11,5	14,3
2011	37,2	26,9	39,2	29,5	15,0	18,5	11,3	14,5
2012	36,7	26,3	42,2	31,4	15,2	16,2	10,6	17,5
2013	37,8	24,9	42,3	30,2	15,7	14,3	9,8	17,4
2014	38,0	25,4	41,0	27,5	14,5	14,8	11,1	15,2
2015	40,1	25,5	40,0	26,7	14,1	13,0	12,4	17,9
2016	40,1	26,4	39,3	28,1	16,1	12,5	12,5	18,4
2017	39,1	25,4	39,5	29,6	16,8	16,6	14,2	19,0
2018	40,1	26,8	39,8	29,5	15,7	16,7	14,0	18,9
2019	41,4	25,0	39,9	27,1	16,4	17,8	14,1	21,0
2020	39,7	23,7	:	26,8	16,0	20,9	12,7	12,4
2021	39,9	22,5	:	27,9	15,3	22,2	13,5	20,0
Ortalama	36,91	26,52	35,11	26,09	16,15	16,98	11,70	16,54

Kaynak: Eurostat

En düşük ortalama ithalat bağımlılığı %11.7 ile Sırbistan'da olup onu %16.54 ile Türkiye takip etmektedir. İsveç haricinde, hiçbir ülke malzeme ithalat bağımlılığını düşürememiştir. Türkiye özelinde alt başlıklar

incelendiğinde ise 2020 yılında, her tür hammaddenin bağımlılığında ciddi düşüş ile biyokütle enerjisi ile toplam bağımlılığın, 2014 yılı harici birbiriyle paralel ilerlediği gözlemlenmektedir. Metal olmayan cevherlerdeki bağımlılık 2000-2018 yılları arasında neredeyse hiç değişmemiş, metal cevherler ve fosil enerjideki bağımlılık ise yıllar içinde çokça değişkenlik göstermiştir. Tüm hammaddelerdeki bağımlılık 2021 yılında, 2020 yılına göre artmış ve en yüksek artış metal olmayan minerallerde kaydedilmiştir.

Grafik 4: Ayrıntılı Hammadde Bağımlılık Değişimleri



Kaynak: Eurostat

Sera gazı emisyonlarının azaltılması, 1997 Kyoto Protokolü ve 2015 Paris Anlaşması ile uzun yıllardan beri pek çok ülkenin hedefleri arasındadır. DE de, tedarik zincirine çeşitli aşamalarda müdahale ederek endüstriyel süreçlerin enerji ve malzeme verimliliğini artırabilir; iyileştirilmiş ürün tasarımları ve atık yönetimi ile ürünlerin ekonomik döngüde daha uzun süre kalmasını ve hammaddelere olan ihtiyacın azalmasını sağlayabilir; geri dönüştürülmüş malzemelerin kaynak olmasını sağlayarak işleme aşamalarının sayısını ve enerji ihtiyacını azaltabilir. Böylece DE, sera gazı emisyonlarını azaltmada etkili rol oynayabilir. Bu sebeple, sera gazı emisyonları da DE'ye geçişte ölçüt olarak kullanılan göstergelerden sayılabilir.

Tablo 10: Sera Gazı Emisyonları

Yıllar	Almanya	İsveç	İngiltere	Macaristan	Bulgaristan	Türkiye
2000	1.040.191,83	68.349,11	723.919,58	75.378,31	57.387,46	298.916,75
2001	1.054.869,07	69.128,53	727.063,54	77.184,98	60.267,18	279.740,14
2002	1.033.037,86	69.735,21	705.879,64	75.478,63	57.719,88	285.623,37
2003	1.029.390,01	70.071,46	711.313,29	78.367,70	62.658,87	304.794,79
2004	1.010.291,14	69.410,33	707.930,97	77.192,05	61.760,58	314.423,57
2005	984.986,97	66.540,93	699.595,39	76.954,88	62.364,32	337.575,00
2006	991.897,36	66.183,72	692.195,48	75.660,29	63.088,40	358.002,53
2007	964.865,06	65.034,88	680.031,35	74.010,83	67.006,24	391.697,01
2008	964.974,32	62.627,99	658.727,31	71.954,60	65.624,98	388.494,56
2009	898.336,01	58.395,26	601.900,31	65.924,48	56.758,60	395.177,14
2010	932.379,13	64.375,65	615.724,59	66.533,79	59.383,17	398.793,16
2011	907.502,16	60.012,26	570.233,52	64.870,17	64.728,48	428.617,59
2012	913.347,73	57.108,55	586.328,48	61.557,12	59.675,72	448.184,46
2013	933.505,37	55.473,55	572.040,66	58.661,11	54.453,70	440.195,30
2014	893.394,42	53.729,41	531.430,16	58.993,14	57.529,02	459.489,51
2015	896.657,87	53.557,22	513.880,19	62.201,09	60.421,40	474.967,53
2016	898.559,81	53.468,25	488.309,31	62.696,22	57.773,56	501.107,91
2017	881.582,78	52.562,66	476.874,21	65.072,76	59.715,84	528.565,93
2018	846.171,19	51.784,17	467.869,95	65.033,64	55.361,84	523.108,03
2019	794.633,67	50.607,24	453.233,65	64.771,79	53.942,12	508.725,87
2020	730.922,69	46.214,03	408.965,08	62.965,32	47.984,62	523.990,82
2021	760.358,01	47.816,70	429.489,47	64.217,84	53.917,27	564.389,75
Ortalama	925.538,84	59.644,87	591.951,64	68.440,03	59.069,24	416.117,31

Kaynak: OECD.Stat

Sera gazı emisyon verisi, Arnavutluk ve Sırbistan için bulunmadığından bu ülkeler tabloya eklenmemiştir ve gözlemler, bin ton karbondioksit eşdeğeri cinsindedir. En yüksek ortalama emisyonu sahip ülke Almanya'dır ve Türkiye hariç tüm ülkeler sera gazı emisyonlarını yıllar içinde düşürmüştür. En yüksek düşüşü İngiltere başarırken Türkiye sera gazı emisyonunu %89 arttırmıştır. AB hedefleriyle ciddi şekilde ters düşen bu durum, Türkiye'nin DE'ye geçişte en kötü performans sergilediği gösterge olmuştur.

3. Sonuç

Çalışma, Türkiye'nin DE'ye geçiş performansını, nicel verilerle, seçili gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırma da yaparak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bunun için, verilerin genellikle var olduğu 2000-2021 yılları arasındaki Eurostat ve OECD veri bankalarının DE'yi ölçmek için belirlediği göstergeler kullanılmıştır. Sonuçlara göre, Türkiye, kaynak verimliliğini yıllar içinde artmış olup en etkili artış, 2017 yılından itibaren gözlemlenmiştir. Yurtiçi malzeme tüketiminin oldukça düşük olması ve malzeme ayak izinin düşük seyretmesi talep ve tüketimin genel anlamda düşük olmasına işaret etmektedir. Kişi başına kentsel atık düşerken kişi başı toplam atığın artması, Türkiye'nin hane bazında atık üretiminin düşük, ancak kişi bazında yüksek olduğunu göstermiştir. Atıkların işlenmesinde en çok başvurulan yol uzun yıllar imha iken 2016 yılından itibaren geri kazanım hız kazanmıştır. Son beş yıla dair verinin bulunduğu kentsel atığın geri dönüşüm oranının artması olumlu bir gelişmedir. İthalat bağımlılığı, gelişmiş ülkelere göre düşük seviyelerde olmasına rağmen yıllar içinde düşmeyip artmıştır. Son yıllarda, tüm hammaddelerin bağımlılığında düşüş yaşanırken metal cevherler ve fosil enerjideki bağımlılık çok yüksek seyretmiştir. Son olarak, sera gazı emisyonu yıllar içinde ciddi şekilde artarak DE'ye geçişte en kötü performans göstergesi olmuştur.

Türkiye, en yüksek kaynak verimliliğindeki Almanya'nın ve verimlilikte en yüksek gelişimi gösteren Macaristan'ın altında olmak ile beraber verimliliği arttırmayı başarmıştır. Malzeme ayak izinin, kişi başı atık üretiminin ve sera gazı emisyonunun zaman içerisinde artmış olması AB hedeflerinin tersinde bir gidişatı ifade etmektedir. Son yıllarda, atık işlenmesinde geri kazanımın ve kentsel atığın geri dönüşüm oranının artması AB hedefleriyle paralellik göstermektedir. Ancak Türkiye'nin geri dönüşüm oranının seviye olarak hem gelişmekte hem de gelişmiş ülkelere göre düşük olması ve sera gazı emisyonunu artıran tek ülke olması dikkat çekicidir. Türkiye'nin gelişmekte olan ülkeler arasında, pek çok karşılaştırmada Macaristan ve bazen de Bulgaristan'ın gerisinden gelmesi de diğer önemli bir örüntüdür. Kısaca, DE'ye geçişi ölçebilmek için ortaya konan göstergelerin altındaki pek çok başlıkta verisinin olmayışı ve olanlarında ise AB'nin 2030 hedefleriyle yer yer örtüşen, yer yer zıtlaşan bir görüntü ortaya koyması, Türkiye'nin DE'ye geçiş için kat etmesi gereken çok yol olduğuna işaret etmektedir.

Malzeme ayak izinin artışının azaltılabilmesi için politika yapımcılar öncelikle talebin nereden kaynaklandığına belirleyebilir ve bu alanlardaki talepleri dizginleyici uygulamaları hayata geçirebilirler. Bu anlamda YMT yol gösterici olarak kullanılacak ise, en yüksek tüketim ve dolayısıyla talep fosil yakıtlar ve metal olmayan mineraller olarak ortaya çıktığı için politika yapımcılar, rüzgâr ve güneş enerji santralleri gibi yenilenebilir enerji santrallerinin sayısını arttırabilir. Atık işlenmesinde geri kazanımın sadece son yıllarda artması, bu anlamda daha fazla teşvik ve kurallara ihtiyaca işaret etmektedir. Geri dönüşümün enerji yönünde olmayışı, yeşil enerji konularındaki çalışmaların da hız kazanabilmesi için politika yapımcılar, araştırma geliştirmeye sübvansiyon verme, yasalarla şirketleri teşvik etme gibi uygulamaları kullanabilirler. Geri dönüşüm oranının düşüklüğü ise Türkiye'nin atık yönetiminde değişikliğe gitmesi gerektiğini ifade etmektedir. Politika yapımcılar, atık üretimi yönetmeliği uygulamalarının tatbikini daha sıkı şekilde takip ederek, tek kullanımlık ürünlerin tercih edilmemesi için bilinçlendirici rol üstlenerek, kullanılabilir ürünlerin ihtiyaç sahipleriyle buluşturulması için daha etkili aracı görevi üstlenerek, ikinci el ürün kullanımını yaygınlaştırarak Türkiye'nin bu anlamda gelişmesini sağlayabilirler. Sera gazı emisyonunun ciddi artışı ise Türkiye'nin enerji verimliliği sağlama, yenilenebilir enerji kullanımını arttırma ve çevre dostu tarım ve hayvancılık uygulamalarına geçmeye hız vermesi gerektiğini göstermektedir. Politika yapımcılar, biyogübrenin kullanılmasını teşvik ederek ve ücretsiz sağlayarak, akroekolojik tarımı aile işletmelerinden tüm sektöre genişleterek, permakültür uygulamalarını topluma yayarak emisyonun azalmasını sağlayabilirler.

DE'ye dair yazında çoğunlukla AB ülkeleri konu alınmış, Türkiye ile alakalı çalışmalar ise daha çok teorik çerçeveyi oluşturmak veya DE'yi ölçmek üzerine olmuştur. Bu anlamda, bu çalışma, yazındaki Türkiye'ye dair nicel analiz eksikliğini gidermektedir. Ek olarak çalışma, ülke karşılaştırmaları vasıtasıyla, AB'ye aday ülke Türkiye'nin, AB'nin DE hedefleri ve DE'ye geçiş politikalarını benimsemeye ilerleme kaydedip kaydetmediğini gözler önüne serdiği gibi gelişmekte olan ülkeler arasındaki sıralamasını da anlamaya yardımcı olmaktadır. Yine de, DE'ye geçişi ölçebilmek için oluşturulan göstergelerden pek azında Türkiye'ye dair veri olması, Türkiye'nin DE geçiş performansındaki büyük resmi görmeyi zorlaştırdığı unutulmamalıdır. Verilerin yıllık frekansta ve zaman periyodunun kısa olması, grafik ve tabloların kullanıldığı betimsel bir analiz haricine henüz imkan tanımamaktadır. Veri döneminin uzaması ile birlikte DE'ye geçiş performansının etkilerini (örneğin; ekonomik büyüme üzerine) görebilecek regresyon analizi yapılabilmesi ileride mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- Ayçin, E. & Kaya, S.K. (2021). Towards the circular economy: Analysis of barriers to implementation of Turkey's zero waste management using the fuzzy DEMATEL method. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 39(8), 1078–1089. doi: 10.1177/0734242X20988781
- Andrews, D. (2015). The circular economy, design thinking and education for sustainability. *Local Economy*, 30(3), 305-315. <https://doi.org/10.1177/0269094215578226>
- Balbay, Ş., Sarıhan, A. & Avşar, E. (2021). Dünya'da ve Türkiye'de "Döngüsel Ekonomi / Endüstriyel Sürdürülebilirlik" Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 557-569. doi: 10.31590/ejosat.971172
- 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. doi: 10.3390/su11195481
- CIRAIG (2015). *Circular Economy: A Critical Literature Review of Concepts*. Centre for the Life Cycle of Products Processes and Services. Montreal. Erişim adresi <https://ciraig.org/index.php/project/circular-economy-a-critical-literature-review-of-concepts/>
- Colombo, L.A., Pansera, M. & Owen, R. (2019). The Discourse of Eco-innovation in the European Union: An Analysis of the Eco-Innovation Action Plan and Horizon 2020. *Journal of Cleaner Production*, 214, 653-665. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.150>
- Costa, I., Massard, G. & Agarwal, A. (2010). Waste Management Policies for Industrial Symbiosis Development: Case Studies in European Countries. *Journal of Cleaner Production*, 18(8), 815–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.019>
- Cullen, J.M. (2017). Circular economy: theoretical benchmark or perpetual motion machine?. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 483–486. <https://doi.org/10.1111/jiec.12599>
- Döngüsel Ekonomi Rehberi, (2020). Erişim adresi https://business4goals.org/PDF/Dongusel_Ekonomi_Rehberi.pdf
- EC (European Commission) (2008). *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives*. Erişim adresi <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>
- EC (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. Erişim adresi https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf
- EC (2015). *Closing the Loop—An EU Action Plan for the Circular Economy*. Communication COM/2015/614/2. Erişim adresi <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>
- EC (2020). *Communication from The Commission to The European Parliament*. The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions, The European Green Deal COM/2019/640 final. Erişim adresi <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>
- EEA (European Environment Agency) (2016). *Circular Economy in Europe - Developing the Knowledge Base: Report 2*. <https://doi.org/10.2800/51444>
- Erol, İ., Peker, İ., Ar, İ.M., Turan, İ. & Searcy, C. (2021). Towards a circular economy: Investigating the critical success factors for a blockchain-based solar photovoltaic energy ecosystem in Turkey. *Energy for Sustainable Development*, 65, 130-143. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.10.004>

- Fitch-Roy, O., Benson, D. & Monciardini, D. (2020). Going around in circles? Conceptual recycling, patching and policy layering in the EU Circular Economy Package. *Environmental Politics*, 29(6), 983-1003. <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1673996>
- Fitch-Roy, O., Benson, D. & Monciardini, D. (2021). All around the world: Assessing optimality in comparative circular economy policy packages. *Journal of Cleaner Production*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125493>
- Fura, B., Stec, M. & Mis, T. (2020). Statistical Evaluation of the Level of Development of Circular Economy in European Union Member Countries. *Energies*, 13(23), 6401. <https://doi.org/10.3390/en13236401>
- Gedik, Y. (2020). Döngüsel Ekonomiyi Anlamak: Teorik Bir Çerçeve. *Turkish Business Journal*, 1(2), 13-40. <https://dergipark.org.tr/pub/tbj/issue/59142/812070>
- Geng, Y. & Doberstein, B. (2008). Developing the Circular Economy in China: Challenges and Opportunities for Achieving "Leapfrog Development". *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15(3), 231-239. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6>
- Geng, Y., Sarkis, J., Ulgiati, S. & Zhang, P. (2013). Measuring China's circular economy. *Science*, 339(6127), 1526-1527. <https://doi.org/10.1126/science.1227059>
- Hill, J. (2016). *Circular Economy and the Policy Landscape in the UK*. Clift, R. ve Druckman, A. (Ed.), *Taking Stock of Industrial Ecology* (s. 265-274) içinde. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20571-7_13
- Homrich, A.S., Galvão, G., Abadia, L.G. & Carvalho, M.M. (2018). The circular economy umbrella: trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525-543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064>
- Hysing, E. (2014). A green star fading? A critical assessment of Swedish environmental policy change. *Environmental Policy and Governance*, 24(4), 262-274. <https://doi.org/10.1002/eet.1645>
- Khan, S. & Haleem, A. (2021). Investigation of circular economy practices in the context of emerging economies: a CoCoSo approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 14(3), 357-367. doi: 10.1080/19397038.2020.1871442
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resources Conservation Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Lundqvist, L. J. (2004). *Sweden and ecological governance: Straddling the fence*. Manchester University Press.
- Murray, A., Skene K. & Haynes. K. (2017). The Circular Economy: An interdisciplinary exploration of the concept and its application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380. doi: 10.1007/s10551-015-2693-2
- Nham, N.T.H. & Ha, L.T. (2022). Making the circular economy digital or the digital economy circular? Empirical evidence from the European region. *Technology in Society*, 70, 102023. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102023>
- Önder, H. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204. <https://dergipark.org.tr/pub/dpusbe/issue/38899/416907>
- Özuyar, P. (2021). Circular Economy Practices in Turkey and Their Potential Interaction with Climate Change Mitigation and Adaptation. *Academic Review of Humanities and Social Sciences*, 4(1), 18-32. <https://dergipark.org.tr/en/pub/arhuss/issue/62888/900604>

- Perçin, S. (2022). Evaluating the circular economy-based big data analytics capabilities of circular agri-food supply chains: the context of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 83220–83233. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21680-2>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C. & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy *Journal of Cleaner Production*, 179, 605-615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
- RE-CIRCLE (2018). *Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges from a Policy Perspective*. OECD. Erişim adresi <https://www.oecd.org/environment/waste/policy-highlights-business-models-for-the-circular-economy.pdf>
- Reike, D., Vermeulen, W. J. & 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. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246–264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Sakai, S., Yoshida, H., Hirai, Y., Asari, M., Takigami, H., Takahashi, S., Tomoda, K., Peeler, M.V., Wejchert, J., Schmid-Unterseh, T., Ravazzi Douvan, A., Hathaway, R., Hylander, L.D., Fischer, C., Jong Oh, G., Jinhui, L. & Chi, N.K. (2011). International comparative study of 3R and waste management policy developments. *Journal Material Cycles and Waste Management*, 13(2), 86-102. <https://doi.org/10.1007/s10163-011-0009-x>
- Sapmaz Veral, E. (2021). Döngüsel Ekonomi: Engeller, Stratejiler ve İş Modelleri. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 8(1), 7-18. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aucevrebilim/issue/61202/829797>
- Scheel, C. (2016). Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns. *Journal of Cleaner Production*, 131, 376-386. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.018>
- Singh, J. & Ordonez, 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>
- Sjöstrand, Y. S. (2014). *Stadens sopor: Tillvaratagande, förbränning och tippning i Stockholm 1900–1975*. Nordic Academic Press
- Škrinjarić, T. (2020). Empirical assessment of the circular economy of selected European countries. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120246. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120246>
- SOU (2017). *Från värdekedja till värdecykel - så får Sverige en mer circular ekonomi*. Elanders Sverige AB: Stockholm.
- Stahel, W.R. & Reday, G. (1977). *The Potential for Substituting Manpower for Energy: Final Report 30 July 1977 for the Commission of the European Communities*. Switzerland: Batelle, Geneva Research Centre.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S.R., Vries, W.D., de Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. (2015). Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. doi: 10.1126/science.1259855
- Sürmen, M. & Ece Çokmutlu, M. (2022). Döngüsel Ekonomi Performans Ölçümü Üzerine Bir Araştırma. *Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi*, 6(2), 209-234. doi: 10.7596/jebm.31122022.004
- 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*, 16, 95–109. doi:10.1007/s10098-013-0597-3

- Yazdani, M., Gonzalez, E. & Chatterjee, P. (2019). A Multi-criteria Decision-making Framework for Agriculture Supply Chain Risk Management under A Circular Economy Context. *Management Decision*, 59(8). doi:10.1108/md-10-2018-1088.
- Yılmaz, V. (2022). Avrupa Birliği Ülkelerinin Döngüsel Ekonomi Performansı. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), 94-114. <https://doi.org/10.37880/cumuiibf.992906>
- Wautelet, T. (2018). The Concept of Circular Economy: Its Origins and Its Evolution. *Positive Impakt*. doi:10.13140/RG.2.2.17021.87523
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press: Oxford. ("Brundtland Report"). Erişim adresi <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Ziegler, R., Bauwens, T., Roy, M. J., Teasdale, S., Fourrier, A. & Raufflet, E. (2023). Embedding circularity: Theorizing the social economy, its potential, and its challenges. *Ecological Economics*, 214, 107970. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107970>.