

Türkiye'nin Döngüsellik Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Bir Araştırma

Ferhan SAYIN¹, Utku UTKULU²

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, müzakereci aday ülke olan Türkiye'nin, Avrupa Komisyonu tarafından döngüsel ekonomiye ilişkin izlem çerçevesinde yer alan göstergeler açısından döngüsellik performansının hesaplanmasını amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda Avrupa Birliği (AB) ülkeleri bulguları ile karşılaştırma yapılarak Türkiye'nin döngüsellik potansiyeli ortaya konulmaktadır.

Yöntem: İlk aşamada; AB ülkeleri karşısında Türkiye'nin döngüsellik gelişimi betimsel olarak karşılaştırılarak incelenmektedir. İkinci aşamada, AB döngüsel ekonomi göstergelerinden Türkiye için açıklanan beş temel gösterge çerçevesinde oluşturulan bir sentetik endeks (Ulusal Ekonomiler Döngüsellik Endeksi-INEC) vasıtasıyla ülkenin döngüsellik performansı araştırılmaktadır.

Bulgular: Betimsel ve endeks bulgularının birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Endeks (INEC) bulguları, Türkiye'nin döngüsellik performansında AB ortalamasının gerisinde kaldığına işaret etse de incelenen dönemde (2016-2018) ülkedeki döngüsellik artışına lehine bir eğilim görülmektedir. Türkiye'nin; Birlik içinde 2018 yılı itibarıyla en düşük döngüsellik düzeyine sahip olan Malta, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve Estonya'dan daha yüksek döngüsellik endeksine sahip olduğu hesaplanmıştır.

Özgünlük: Yazında, AB döngüsel ekonomi göstergeleri temelinde oluşturulan bir endeks vasıtasıyla Türkiye'nin döngüsellik performansının araştırıldığı ve AB ülkeleri ile karşılaştırmasının yapıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmanın ilgili alandaki özgün ve yaygın etkisinin önemli olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel Ekonomi, Ulusal Ekonomiler Döngüsellik Endeksi, Döngüsellik Performansı.

JEL Kodları: O57, Q01, Q53, Q59, C43.

Circularity Performance of Türkiye: A Comparative Investigation with the European Union Countries

ABSTRACT

Purpose: This study aims to calculate the circularity performance of Türkiye, a negotiating candidate country, in terms of the indicators included in the monitoring framework of the Circular Economy by the European Commission. In line with this purpose, Türkiye's circularity potential is revealed by comparing the evidence of the European Union (EU) countries.

Methodology: In the first stage, the circular development of Türkiye is examined in a comparison with descriptive style over the EU countries. In the second stage, the circular performance of the country is investigated and compared by means of a synthetic index (Index of National Economies Circularity-INEC) constructed within the framework of five basic indicators announced for Türkiye.

Findings: Both descriptive and index findings seem to be compatible. Although the empirical findings of the Index (INEC) suggest that Türkiye ranks behind the member countries in terms of the circularity performance in average, there appears to be an increase in favour of the country's circularity during the period (2016-2018) examined.

Originality: In the literature, no study is found in which Türkiye's circular potential and performance are investigated and compared with the EU countries through an index constructed based on the EU Circular Economy indicators. For this reason, it is considered that the original and widespread effects of the work are going to be significant.

Keywords: Circular Economy, Index of National Economies Circularity, Circularity Performance.

JEL Codes: O57, Q01, Q53, Q59, C43.

¹ Doç. Dr., İzmir Demokrasi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İzmir, Türkiye, ferhan.sayin@idu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1209-7113 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İzmir, Türkiye, utku.utkulu@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8419-0598.

DOI: 10.51551/verimlilik.1110168

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş Tarihi / Submitted Date: 29.04.2022 | Kabul Tarihi / Accepted Date: 07.09.2022

Atif: Sayın, F. ve Utkulu, U. (2023). "Türkiye'nin Döngüsellik Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Bir Araştırma", *Verimlilik Dergisi*, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı, 187-202.

1. GİRİŞ

Doğrusal ekonomik sistemin hâkim olduğu gezegenimizde, sınırlı kaynak potansiyeline rağmen sürekli artan talep nedeniyle kaynakların tükenişi hızlanmaktadır. Mevcut doğrusal ekonomik sistemin devamı halinde, gezegenimizin 3 ila 6 derecelik bir sıcaklık artışına maruz kalacağı; Paris Antlaşması'nı imzalayan ülkelerin tamamının emisyon azaltma taahhütlerini yerine getirmesi durumunda dahi küresel sıcaklıklardaki artışın 3,2 dereceye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Circle Economy, 2021). İklim değişikliğine dayanıklılığın artırılması ve etkilerinin azaltılabilmesi amacıyla "net sıfır" hedefine ulaşma yolunda ülkelerin, Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı'nı benimsemeleri gün geçtikçe daha fazla önem göstermektedir. Gelişen ve yaşanabilir bir Dünya için küresel döngüyü %8,6'dan %17'ye çıkararak ikiye katlamak gerektiği yönündeki bulgular, mevcut kaynakların daha verimli kullanımını zorunlu hale getirmektedir (Circle Economy, 2021). Bunun sonucu olarak, mevcut kaynakların daha verimli kullanılması yollarının araştırıldığı çalışmalar da yazında son yıllarda gittikçe artış göstermektedir.

Avrupa Birliği (AB), 2010 yılından itibaren 2020 yılına kadar üye ülkelerce benimsenmesine karar verilen sürdürülebilir, kapsayıcı ve akılcı büyümeden oluşan Avrupa 2020 Stratejisini belirlemiş olup, söz konusu strateji Döngüsel Ekonomi Eylem Planları'nın temelini oluşturmuştur. Son dönemde ise AB, bir adım daha atarak 11 Aralık 2019'da Komisyon'ca yayımlanan Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal) ile yeni bir orta vadeli büyüme stratejisi uygulamaya başlamıştır. AB'nin bu yeni stratejisi ile başta enerji, sanayi, tarım ve ulaşım alanlarında uygulanacak programlar ile Avrupa'nın 2050 yılına dek karbon-nötr (sıfır salınım) ve iklim dostu olan bir kıtaya dönüştürülmesi amaçlanmakta olup, birinci aşamada 2019-2024 dönemi için plan yapılmıştır. Bu açıdan bakıldığında, Avrupa Yeşil Anlaşması'nı iklim ve çevre ile ilgili gezegensel yaşamsal tehditlere verilen somut bir yanıt olarak görmek mümkündür. Avrupa Yeşil Mutabakatı-Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ile birlikte AB'de döngüsel ekonomiye geçiş için 2050 yılını hedeflemiştir. Buna göre, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın 2050 yılına gelindiğinde net karbon salınımını sıfırlayan, ekonomik büyüme ile kaynak kullanımının ayrıklaştırıldığı, kaynakların etkin/verimli biçimde kullanıldığı, rekabetçi, adil, yüksek refaha sahip ve biyolojik çeşitlilikteki kayıpların önlendiği bir Avrupa toplumuna dönüşümünün gerçekleştirilebilmesi için bir ön koşul niteliğinde olduğu belirtilmektedir (European Union, 2020).

Döngüsel ekonomiye ilişkin izleme çerçevesi, Avrupa Komisyonu tarafından üretim ve tüketim, atık yönetimi, ikincil hammadde/malzeme ile rekabetçilik ve yenilik kapsamında belirlenen göstergelerden oluşmaktadır. Bu göstergeler vasıtasıyla ülkelerin döngüsellik performansının araştırıldığı çalışmalar ilgili yazında artış göstermektedir (Elia ve diğerleri, 2017; Figge ve diğerleri, 2018; Núñez-Cacho ve diğerleri, 2018; Moraga ve diğerleri, 2019; Plastinina ve diğerleri, 2019; Garcia-Bernabeu ve diğerleri, 2020; Kasztelan, 2020). Ancak yazında, AB döngüsel ekonomi göstergeleri temelinde oluşturulan bir endeks vasıtasıyla Türkiye'nin döngüsellik performansının araştırıldığı ve AB ülkeleri ile karşılaştırmasının yapılarak potansiyelinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmanın ilgili yazında var olan bu boşluğu doldurmasının, özgün ve yaygın etkisine de olumlu yansıtacağı düşünülmektedir.

Beş bölümden oluşan bu makalede amaç, önem, kapsam ve yöntemin vurgulandığı giriş bölümünün izleyen ikinci bölümde Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı'nın kavramsal çerçevesi açıklanmakta olup, üçüncü bölümde Avrupa Komisyonu Döngüsel Ekonomi Göstergeleri çerçevesinde Türkiye'nin döngüsellik performansı ortaya konmaktadır. Dördüncü bölümde ise Kasztelan (2020) tarafından geliştirilen Ulusal Ekonomiler Döngüsellik Endeksi (Index of National Economies Circularity-INEC) gerek müzakereci aday ülke olarak Türkiye ve gerekse AB ülkeleri için hesaplanmakta ve bulgulara dayanarak Türkiye'nin döngüsellik performansına ilişkin karşılaştırmalı bir analiz yapılmaktadır. Sonuç bölümünde ise, elde edilen endeks bulguları ve karşılaştırmalı inceleme çerçevesinde AB'ne üyelik yolundaki Türkiye'nin döngüsellik performansına yönelik tespitlerin yanı sıra döngüsellik performansının yükseltilebilmesi için bazı politika önerilerine yer verilmektedir.

2. DÖNGÜSEL EKONOMİ YAKLAŞIMI: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Refah olgusunun tüketim eylemi ile özdeşleştiği günümüz Dünya'sında, insanlara ayrılan kaynakların tükenişi de giderek hızlanmaktadır. Nitekim, bunun sonucu olarak Dünya Limit Aşım Günü 28 Temmuz 2022'de gerçekleşmiştir (Global Footprint Network, 2022). Bu durum, kuşkusuz mevcut kaynakların daha verimli kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Özellikle son yıllarda, buna yönelik araştırmalar ilgili yazında giderek artış göstermektedir.

Sanayi Devrimi'nden itibaren ekonomilerin, gereksinimleri karşılayan mal ve hizmetlerin ham madde kullanılarak elde edilmesi, ihtiyacı olan birimler tarafından satın alınıp kullanılması ve kullanım ömürleri sonunda atılması örüntüsü hakimiyetinde olduğu açıkça görülmektedir. Gezegenin var olan sınırlı kaynak potansiyeli ve giderek karşılayabileceğinden fazlasının talep edilmesi yüzünden "Al-Yap-Tüket-At" (Take-Make-Consume-Dispose) şeklinde işleyen Doğrusal Ekonomi (Linear Economy) Modeli'nin artık

günümüzde geçerli olamayacağı anlaşılmaktadır. Buna alternatif olarak, sürdürülebilir üretim ve tüketim ile geri dönüşüm süreçleri temelinde analiz yapan Döngüsel Ekonomi Modeli'nin öne çıktığını ve ivme kazandığını görmekteyiz. Nitekim, 2015 yılında Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin, 2030 yılına kadar ülkelerin Döngüsel Ekonomi Modeli'ni benimsemesine yönelik olarak oluşturulduğu söylenebilir (Sayın 2020: 1-2; Sayın ve Çelik, 2020: 525).

Mevcut üretim ve tüketim düzeylerinin devamı halinde, gezegen kaynaklarının gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilmesinin mümkün olamayacağı tespiti giderek daha fazla kabul görmektedir. Bu çerçevede kapalı malzeme döngüsü temelinde kurgulanmış "döngüsel ekonomi", alternatif bir büyüme modeli/stratejisi olarak tartışılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilirlik sorunsalının çözümünde, ilgili yazında döngüsel ekonomi paradigma değişiminin anahtar rol oynayacağı konusunda görüş birliği mevcuttur. Ancak, yine de "farklı paydaşlar için farklı anlam, rol ve sorumlulukları olduğundan ve tüm bu çeşitli katkıların kendi özel bağlamlarında dikkate alınması gerektiğinden" döngüsel ekonomiye ilişkin ortak bir tanım bulunmamaktadır döngüsel ekonomiye ilişkin ortak bir tanım bulunmamaktadır döngüsel ekonomiye ilişkin ortak bir tanım bulunmamaktadır (EIO, 2016: 9).

Döngüsel ekonomi olgusunu yansıtan davranış biçimlerinin kökenleri insanlık tarihinin derinlerine dek uzanmaktadır. Bulgular, neolitik dönemden başlayarak, gerçekleştirilen avlardan elde edilen yan ürünler kullanılarak giyecek, takılar ve silah kullanılmasının yanı sıra malların ve hizmetlerin takas edilerek fayda yaratıldığına işaret etmektedir. Aynı döngüsel ekonomi olgusu, 20. yüzyılın sonlarından itibaren başlayarak ve günümüzde gezegenin sınırsız olmayan kıt kaynaklarının çevre ve iklim üzerinde oluşturduğu geri alınamaz tahribat pahasına tükenmesi sorununa kalıcı bir çözüm olarak ileri sürülmüştür (Sayın ve Çelik, 2020: 526).

Çevre hareketini biçimlendiren yıllar olarak kabul edilen 1960'larda, kıtlık ve toksisite sorunlarına odaklanan çalışmalar (Carson, 1962; Hardin, 1968; Buckminster Fuller, 1969) önceleri T. R. Malthus, J. S. Mill ve H. C. von Carlowitz tarafından savunulan doğal kaynakların sorumlu yönetimi düşüncesine dayanmaktadır. Kaynak kullanımına bağlı olan toplumsal ve çevresel refah arasındaki bağlantı ile çevresel sorunların yüzeysel ve yerel olmadığına dair gelişen farkındalık (Commoner, 1971 aktaran Blomsma ve Brennan, 2017) birleşmiştir. Söz konusu dönemdeki durumu 'açık kovboy ekonomisi' olarak tanımlayan Boulding (1966: 7), insanın döngüsel bir ekolojik sistemde yer alması gerektiğini ifade ederek, kapalı uzay gemisi örneğindeki gibi ekonomik sistemlerde de döngüyü kapatmanın gerekliliğine vurgu yapmıştır (Blomsma ve Brennan, 2017). Stahel ve Reday-Mulvey (1981) tarafından Avrupa Komisyonu'na gönderilen bir raporda, 1970'lerdeki artan enerji fiyatları ve yüksek işsizlik oranlarına istinaden insan gücünün enerjinin yerini alması fikriyle biçimlenen Döngüsel Ekonomi kavramı ilk kez Pearce ve Turner (1990) tarafından kavramsal düzlemde tartışılmıştır.

Döngüsel ekonomi kapsamındaki faaliyetler temel alınarak geliştirilen R çerçevelerine dayalı temel ilkeler konusunda oldukça geniş bir yazın bulunmaktadır. Bu çerçeveler içinde başlangıç noktası olarak, Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2008 Döngüsel Ekonomiye Teşvik Yasası'nın (People's Republic of China-PRC, 2008) merkezinde yer alan 3R çerçevesinin temel alınması yaygın bir kullanımdır (King ve diğerleri, 2006; Brennan ve diğerleri, 2015; Lieder ve Rashid, 2016; Ghisellini ve diğerleri, 2016; Gaustad ve diğerleri, 2018). 3R çerçevesi; Azaltma (Reduce), Yeniden Kullanım (Reuse) ve Geri Dönüşüm (Recycle) ilkelerini ifade etmektedir. AB Atık Çerçeve Direktifi (EC, 2008) merkezinde ise 3R çerçevesine ilaveten Geri Kazanım (Recover) boyutu da ele alınarak döngüsel ekonominin temel ilkeleri 4R çerçevesi olarak geliştirilmiştir. İlgili yazında R çerçevesi, 6R (Sihvonen ve Ritola, 2015; Jawahir ve Bradley, 2016; Sady, 2016) ve nihai olarak 9R (Van Buren ve diğerleri, 2016; Kirchher ve diğerleri, 2017; Potting ve diğerleri, 2017; Okorie ve diğerleri, 2018) boyutuna ulaşmıştır. 9R çerçevesinde döngüsellik stratejileri Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. 9R çerçevesinde döngüsellik stratejileri

Stratejiler	İlkeler	Açıklamalar
Daha Akıllı Ürün Kullanımı ve Üretimi	R0-Reddetme (Refuse)	İşlevini bırakarak veya aynı işlevi tamamen farklı bir ürünle ikame ederek ürünü gereksiz hale getirmek
	R1-Yeniden Düşünme (Rethink)	Ürünün daha yoğun kullanımını sağlamak (örneğin, ürünleri paylaşarak veya çok işlevli ürünleri piyasaya sürerek)
	R2-Azaltma (Reduce)	Doğal kaynak ve malzeme tüketimini azaltarak ürün imalatında veya kullanımında verimliliği artırmak
Ürünün ve Parçalarının Ömrünü Uzatma	R3-Tekrar Kullanma (Reuse)	Halen iyi durumda olan ve orijinal işlevini yerine getiren atılmış ürünün başka bir tüketici tarafından yeniden kullanılması
	R4-Onarım (Repair)	Arızalı ürünün orijinal işlevi ile kullanılabilmesi için bakım ve onarımı
	R5-Yenileme (Refurbish)	Eski bir ürünü yenileyerek güncellemek
Malzemelerin Faydalı Kullanımları	R6-Yeniden Üretme (Remanufacture)	Atılan ürünün parçalarını aynı işleve sahip yeni bir üründe kullanmak
	R7-Yeniden Amaçlandırma (Repurpose)	Başka bir amaca uygun hale getirmek için atılan ürünü veya parçalarını farklı bir işleve sahip yeni bir üründe kullanmak
	R8-Geri Dönüşüm (Recycle)	Aynı (yüksek dereceli) veya daha düşük (düşük dereceli) kaliteyi elde etmek için malzemeleri işlemek
	R9-Geri Kazanım (Recover)	Malzeme atıklarından enerjilerini geri kazanmak

Kaynak: Kirchherr ve diğerleri (2017), Potting ve diğerleri (2017: 5), Utkulu ve Türköz (2020: 119).

9R çerçevesi üç temel strateji kapsamında sınıflandırılmaktadır. Bunlar *daha akıllı ürün kullanımı ve yönetimi* (Reddetme, Yeniden Düşünme ve Azaltma); *ürünün ve parçalarının ömrünü uzatma* (Tekrar Kullanma, Onarım, Yenileme, Yeniden Üretme ve Yeniden Amaçlandırma) ve *malzemelerin faydalı kullanımları* (Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım) stratejileridir. Tablo 1’de aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye doğru bir yönelim görülmektedir. Bunun nedeni, malzemelerin farklı kullanım stratejilerinden, ürünün ve parçalarının ömrünü uzatma stratejilerine ve oradan daha akıllı ürün kullanımı ve üretimi stratejilerine geçişin döngüsellik artırmasıdır (Kirchherr ve diğerleri, 2017). Bu bağlamda, kaynakların kıt olduğu yeryüzünde ürünlerin; daha çok ihtiyacı daha az kaynak kullanımı ile sağlayan üretim süreçlerini yeniden tasarlamak, paylaşarak faydasını arttırmak ve ürünlerin işlevlerini tamamlaması sonrasında ortaya çıkan atıkların geri dönüşümü yoluyla döngüsel ekonomik sistemi oluşturmak gerekecektir. Zira, Circle Economy (2020a: 8)’e göre, Dünya ekonomisinin sadece %8,6’sı döngüsel olup devasa bir “döngüsel açık” söz konusudur. Kuşkusuz, küresel döngüsellik açığını kapatma konusunda ülkeler en önde gelen aktörlerdir. Giderek daha çok ülke, Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı’nı kendi ülke ekonomilerini gerek daha rekabetçi hale getirebilmek gerekse giderek artan nüfus için yaşam şartlarını iyileştirmenin yanı sıra emisyon hedeflerine erişmeye destek olabilmek ve ormansızlaşmayı engelleyebilmek için benimsemektedir. Söz konusu hedeflere ulaşmaya çalışan ülkelerin nihai hedefleri benzeşse de gerek sosyal bakımdan adil gerekse ekolojik açıdan güvenli kalkınma iklimine ne şekilde ulaşacakları önemli ölçüde farklılıklar içermektedir. Örneğin, Avusturya’nın mevcut %9,7 olan döngüsellik oranının ülkenin iç dinamiklerinde yapılacak değişikliklerle %37,4’e çıkartılabilmesi mümkün görünürken, döngüsellik yarışında lider olan Hollanda’nın ise tarım, inşaat, imalat ve enerji sektörlerindeki müdahaleleriyle söz konusu oranı %24,5’ten %70’lere çıkarabileceği öngörülmektedir. Norveç’te ise her yıl tüketilen malzemelerin %97,6’sı geri dönüştürülmediğinden döngüsellik oranı %2,4 ile küresel ortalamanın altındadır (Circle Economy, 2020b). Geri dönüşüm ve döngüsellik oranı arasındaki bu doğru yönlü bağıntı, ülkelerin atık yönetimi konusuna öncelikli olarak önem vermeleri gerektiğinin de bir göstergesi olmaktadır. Avrupa Komisyonu da üye ülkelerin döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde atık yönetimini stratejik bir alan olarak ele almaktadır (EC, 2019).

Döngüsel bir ekonomiye geçiş için çaba sarf etmek, toplumda temel bir geçiş ve dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Böyle bir süreç, çeşitli alt sistemlerde sadece bölgesel veya ulusal ölçekte değil, aynı zamanda küresel ölçekte de eşzamanlı değişiklikler gerektirmektedir. AB, 2010 yılından itibaren 2020 yılına kadar üye ülkelerce benimsenmesine karar verilen sürdürülebilir, kapsayıcı ve akılcı büyümeden oluşan Avrupa 2020 stratejisini belirlemiş ve uygulamıştır. Bu strateji hiç kuşkusuz Döngüsel Ekonomi Eylem

Planlarının temelini oluşturmuştur. Avrupa Komisyonu'nun "Döngünün Kapatılması" olarak da isimlendirilen Döngüsel Ekonomi Paketi, üretim ve tüketimden, kaynak ile atık yönetimine kadar bütün döngüyü içeren bir dizi önlem ve izleme aracının önerildiği bir Avrupa Eylem Planı'dır (EC, 2015). Bu nedenle ürünlerin yaşam döngülerindeki tüm süreçlerde, kaynak verimliliği için atık minimizasyonuna ulaşmayı hedefleyen atık yönetim stratejilerinin belirlenmesi (Atık Hiyerarşisi) de atık yönetimi çerçevesinde ele alınmaktadır (Sayın, 2020: 5).

Braungart ve McDonough (2002) tarafından yazına kazandırılan "Beşikten Beşiğe" (Cradle to Cradle-C2C) anlayışı, atık ve kaynak yönetimde negatif çevre dışsallıklarını engellemeyi yanı sıra ürün ve hizmet üretiminde rekabetçiliği artıran etkili bir yaklaşımdır. Bu çerçevede, kapalı döngü ekonomisinin oluşturulup, sistemleştirilmesi sayesinde atık; potansiyel bir kaynak olarak değerlendirilebilmektedir. Bu süreçte, üretim, dağıtım ve kullanım süreçlerinin yeniden düşünülmesine ve tasarlanmasına öncelik verilmektedir. Böylece, tek bir atık hiyerarşisinin izlenmesi nedeniyle çoğu geri dönüşümün zamanla malzemelerin kalitesini düşürebilmesi riski dikkate alınmaktadır. Öyle ki, ürünlerin yaşam döngüsünün bu şekilde bütünsel biçimde tasarlanması ve değerlendirilmesi sürdürülebilir kalkınma perspektifinde temel bir araç olarak ortaya çıkmaktadır (Toxopeus ve diğerleri, 2015; Neugebauer ve diğerleri, 2015).

Kuşkusuz, ülkelerin iktisat politikası karar birimlerinin döngüsel paradigma değişim ve dönüşümü için gereken ulusal stratejileri saptarken insan gönenci doğrultusunda adımlar atmaları gerekmektedir. Elleri potansiyel kaynaklar ve atıklar hakkında doğru ve detaylı bilgiyle davranmalı ve *ekonomik*³ istikrara ulaşmak için ürün yaşam dönemlerinin daha uzun tasarımını temel almaları gerekmektedir. Ancak böyle davranıldığında gerek atığı gerekse israfı özendirmekten kaçınmak mümkün olabilecektir. Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nda vurgulandığı üzere, atığın olabildiğince azaltılması ve geri dönüştürülmesi öncelikli olarak ele alınmalıdır. Atığın azaltılmasının mümkün olmadığı durumlarda ise enerji geri kazanımı yoluna gidilmelidir (EC, 2020). Böylece atıkların ekonominin katma değer yaratabilecek farklı sektörlerinde kullanımı yoluyla akıllı, kapsayıcı ve sürdürülebilir bir kalkınma süreci sağlanabilecektir.

Makro düzlemde, ekonomik büyümenin tüketimden ayrıklaştırılması; mezo düzlemde⁴ doğal çevre ve bölgesel kalkınmanın özendirilmesi; mikro düzlemde ise daha temiz üretim için kaynakların verimli kullanılmasının hedeflendiği (Scarpellini ve diğerleri, 2020) çok boyutlu bir paradigma olan döngüsel ekonomi, disiplinlerarası araştırma ve iş birliklerini yapılabılır kılmakta ve gerektirmektedir. Bu bağlamda son zamanlarda döngüsel ekonomi alanındaki araştırmaların arttığı görülmektedir. Çok paydaşlı bir yaklaşım olduğundan, her bir aktörün alanına bağlı olarak da farklılaşan tanım, anlam ve katkılar söz konusu olmaktadır. İlgili yazında Ellen MacArthur Foundation (2015) tarafından yapılan döngüsel ekonomi tanımı ise en fazla kabul görendir. Sürdürülebilir kalkınmanın kolaylaştırılmasında bir araç ekonomik sistem olarak ifade edilen bu tanımda döngüsel ekonomi, malzeme ve enerji çevrimlerini kapatmak suretiyle kaynakların tükenmesini önleyerek çevre ve toplum arasındaki ilişkinin paradigma değişikliğini yansıtmaktadır. Böylece döngüsel ekonomi, üretim ve tüketim süreçlerinin çevre üzerindeki negatif dışsallıklarını olabildiğince azaltmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda döngüsel ekonomi, üretim süreçlerinde kıt kaynakların etkin ve verimli kullanılması, ortaya çıkan atıkların geri dönüşümü yoluyla elde edilen ham madde maliyetlerindeki minimizasyon, yeniden üretimle ürünlerin yaşam dönemlerinin uzaması ve paylaşılarak faydasının artırılması gibi temel ilkelere dayanmaktadır (Sayın ve Çelik, 2020: 548).

Döngüsel ekonomi, ekonomileri yeniden yapılandırma, onları daha sürdürülebilir ve rekabetçi hale getirme fırsatı sunmaktadır. Bu yaklaşımı benimseyen ekonomilerdeki firmalar, endüstriler ve vatandaşlar için önemli faydalar sağlanabilmektedir. Bunlar:

- Daha yenilikçi ve verimli üretim ve tüketim yolları,
- İşletmeleri kaynak kıtlığına ve değişken fiyatlara karşı koruma,
- Yerel işler ve sosyal entegrasyon için fırsatlar,
- Geri dönüşümü hızlandıran ve depolama alanını azaltan atık yönetiminin optimizasyonu,
- Daha kısa üretim süreci daha az enerji gerektirdiğinden, enerji tasarrufu,
- İklim ve biyoçeşitlilik, hava, toprak ve su kirliliği açısından çevreye fayda olarak sıralanabilir (Eurostat, 2022a).

³ Mann Borgese (1988) tarafından, çevre ve kalkınmanın bölünmezliği ile *ekonomi* ve *ekoloji*nin bütünleşmesini sembolize etmek için önerilen bir kelimedir.

⁴ Bölgesel kalkınmayı ve doğal çevreyi teşvik etmek amacıyla döngüsel ekonomik faaliyetlerin eko-endüstriyel park düzeyinde gerçekleştirilmesidir (Scarpellini ve diğerleri, 2020).

3. AVRUPA KOMİSYONU GÖSTERGELERİ ÇERÇEVESİNDE TÜRKİYE’NİN DÖNGÜSELLİK PERFORMANSI VE AB-27 KARŞILAŞTIRMASI

Avrupa Komisyonu tarafından oluşturulan döngüsel ekonomiye ilişkin izleme çerçevesi, bazıları alt göstergelere ayrılmış on temel göstergeden oluşmaktadır. Söz konusu göstergeler, döngüsel bir ekonominin ana unsurlarını yakalamak için Komisyon tarafından seçilmiştir. Bu on gösterge Eurostat (2022b)'ye göre dört tematik alana bölünmüştür:

Üretim ve Tüketim: Döngüsel ekonomiye doğru ilerleyebilmek için bunu üretim ve tüketim aşamalarına yansıtılabilmek oldukça önemlidir. Hanehalkı ve ekonomik sektörler uzun vadede ürettikleri atık miktarını azaltabilirlerse, üretim için seçilen hammaddelerin kendi kendine yeterliliğine katkıda bulunabilirler. Bu alan dört alt göstergeden oluşmaktadır: AB’de üretim için hammaddelerin kendi kendine yeterliliği, yeşil kamu alımları (finansman boyutu için bir gösterge olarak), atık üretimi (tüketim boyutu için bir gösterge olarak) ve yemek atıkları.

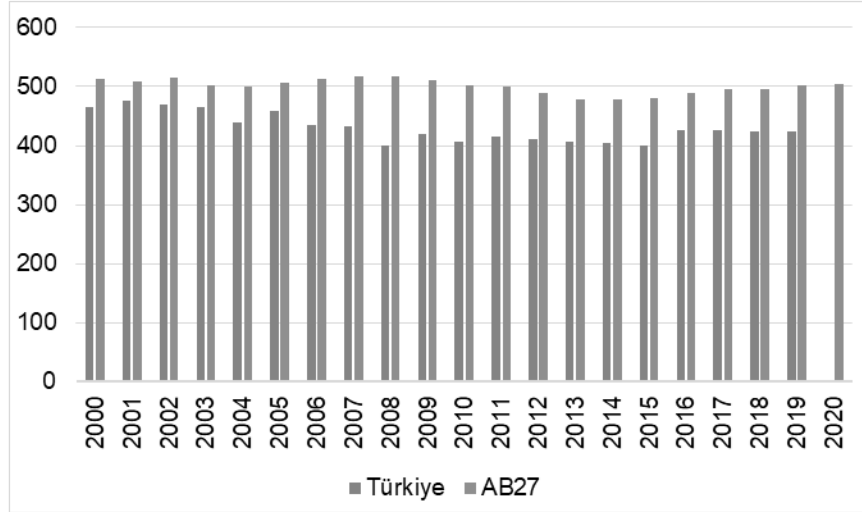
Atık Yönetimi: Artan geri dönüşüm, döngüsel ekonomiye geçişin bir parçasıdır. Bu alan, değer yaratmaya devam etmek için geri dönüştürülen ve fiilen ekonomik döngüye geri döndürülen atıkların payına odaklanmakta olup, iki alt göstergeden oluşmaktadır: Geri dönüşüm oranları (geri dönüştürülen atıkların payı) ve spesifik atık akışları (ambalaj atıkları, biyoatık, e-atık, vb.).

İkincil Hammaddeler: Döngüyü kapatmak için malzeme ve ürünlerin, örneğin yeni malzemeler veya ürünler şeklinde ekonomiye yeniden dahil edilmesi gerekir. Geri dönüştürülmüş malzemeler, yeni çıkarılan doğal kaynakların yerini alır, üretim ve tüketimin çevresel ayak izini azaltır ve gelecekteki hammadde tedarikinin güvenliğini artırır. Bu alanda iki alt gösterge bulunmaktadır: Geri dönüştürülmüş malzemelerin hammadde talebine katkısı ve AB üye devletleri ve dünyanın geri kalanı arasında geri dönüştürülebilir hammadde ticareti.

Rekabetçilik ve Yenilik: Döngüsel ekonomi, istihdam yaratılmasına ve sürdürülebilir büyümeye katkıda bulunur. Yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi, daha kolay yeniden kullanım için ürün tasarımlarını iyileştirir ve yenilikçi endüstriyel süreçleri teşvik eder. Bu alanda iki alt gösterge yer almaktadır: Özel yatırımlar, işler ve brüt katma değer ve inovasyonun bir temsilcisi olarak geri dönüşüm ve ikincil hammaddelerle ilgili patentler.

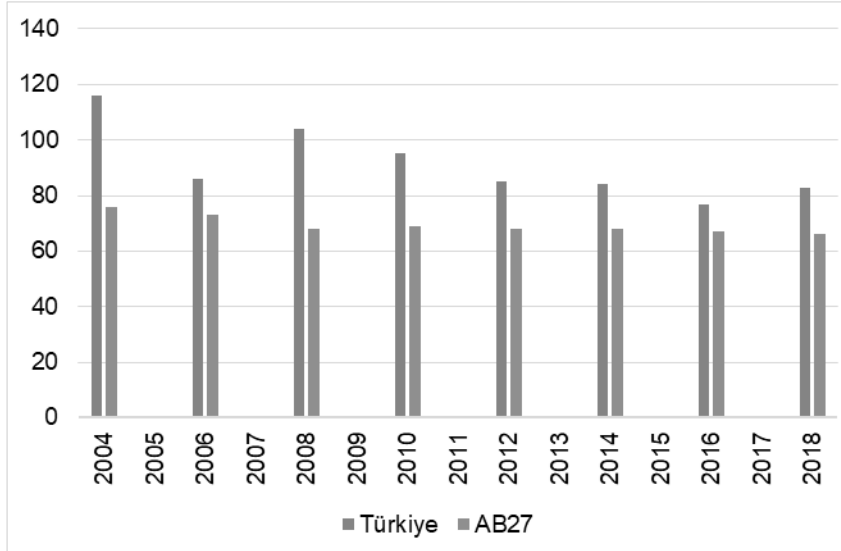
Söz konusu döngüsel ekonomi göstergelerinden, yeşil kamu alımları ve gıda (yemek) atıkları verileri AB ülkeleri için henüz geliştirilme aşamasındadır. Ancak tüm diğer göstergelere ait veriler, üye ülkeler için mevcut olsa da aday ülkeler için sınırlıdır. Üyelik yolundaki her bir ülkenin, AB’nin benimsediği Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı’nın izlem ölçütlerini ulusal ölçekte geliştirmesi; AB’ye dahil olma sürecinde olumlu bir gelişme olarak nitelendirilmektedir. Bu bağlamda müzakereci aday ülke olarak Türkiye için yayımlanan göstergelerin AB’nin geneline göre yıllar itibarıyla seyrinin incelenmesi, ülkenin döngüsel ekonomi potansiyelini ve performansını yansıtabilecektir.

Avrupa Komisyonu döngüsel ekonomiye ilişkin izleme çerçevesinde yer alan on göstergeden yaklaşık yarısı müzakereci aday ülke durumundaki Türkiye için de üretilmektedir. Üretim ve tüketim kapsamında atık üretim, atık yönetimi kapsamında geri dönüşüm oranları ile rekabetçilik ve yenilik kapsamında da tek bir yıl da olsa veriye ulaşılmaktadır. Bu başlıkta, Türkiye’nin mevcut göstergeler çerçevesinde, AB karşısındaki durumu karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Brexit sonrası AB27 için ayrıca açıklanan veriler dikkate alınarak Türkiye ve AB genelinin, üretim ve tüketim ana göstergesi kapsamında yer alan kişi başına belediye atık üretiminde yıllar itibarıyla seyri Şekil 1’de sunulmaktadır.



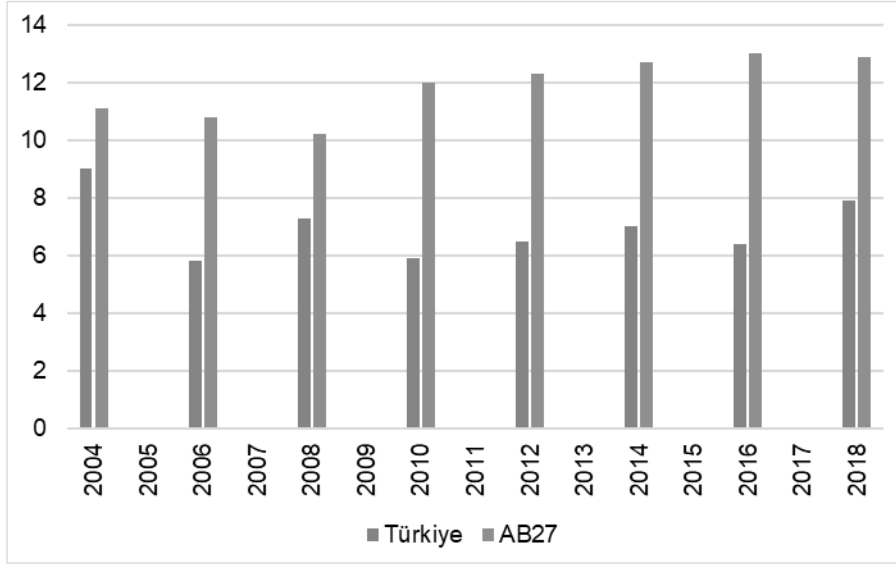
Şekil 1. Kişi başına belediye atık üretimi (kişi başına kilogram) (Eurostat, 2022c)

Belediye atıkları; üretilen atığın sadece yaklaşık %10'unu oluşturmasına karşın heterojen bileşimi nedeniyle çevreye duyarlı yönetimi zorluklar içermektedir. Bu nedenle, belediye atıklarının oranı, genel atık yönetim sisteminin kalitesi hakkında önemli bir gösterge olarak nitelendirilir. Üstelik kişi başına belediye atık üretimi yalnızca döngüsel ekonomi sürecinin değil aynı zamanda Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları doğrultusunda ilerlemeyi takip etmek için yapılandırılan gösterge setinin de bir unsurudur (Eurostat, 2021). Yaklaşık 84 milyon nüfusa sahip olan Türkiye'nin; 27 ülkeden oluşan ve yaklaşık 447 milyon nüfuslu AB'ye göre kişi başına belediye atık üretiminde geride olması elbette kolaylıkla öngörülebilir (Eurostat, 2022d). Şekil 1'de Türkiye'nin kişi başı belediye atık üretiminin AB27'nin yaklaşık yarısına tekabül ettiği; yıllar itibarıyla değişiminde de genellikle büyük farklılıklar olmadığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, GSYH birimi başına büyük mineral atıklar dışında üretilen atık miktarlarında AB'den yüksek oranlara sahip olduğu Şekil 2'de izlenmektedir.



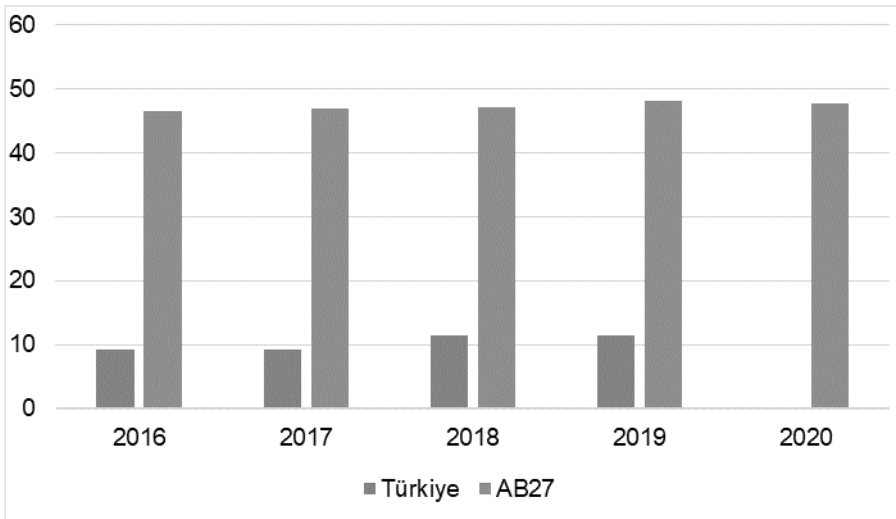
Şekil 2. GSYH birimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi (bin euro başına kilogram) (Eurostat, 2022e)

Ekonomik daralma dönemlerinde, tüketim eğilimindeki azalışa paralel olarak atık üretim miktarının azalma eğilimine yöneldiği de Şekil 2 incelendiğinde görülmektedir. Türkiye'nin GSYH düzeyi AB'den düşük olduğu için, GSYH birimi başına büyük mineral atıklar dışında üretilen atık miktarları AB genelinden fazladır. Büyük mineral atıklar hariç olmak üzere evsel malzeme tüketimi sonucu üretilen atık miktarlarında ise tam tersi bir dağılım olduğu Şekil 3 incelendiğinde anlaşılmaktadır.



Şekil 3. Evsel malzeme tüketimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi (%) (Eurostat, 2022f)

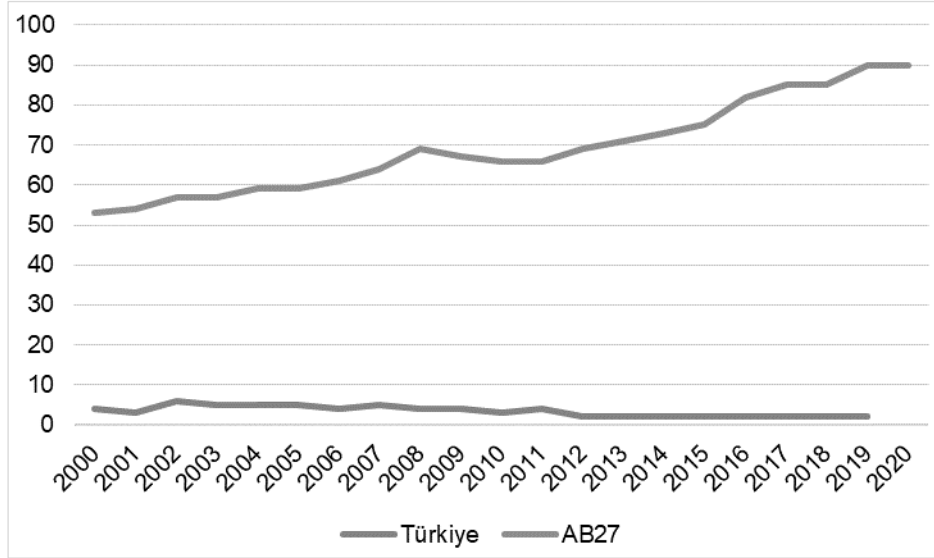
Bu alt gösterge, büyük mineral atıklar dışında, bir ülkede üretilen tüm atıkların bir ülkenin yerel malzeme tüketimine (domestic materials consumption) bölünmesi olarak tanımlanmaktadır (Eurostat, 2022f). Nüfus yoğunluğu Türkiye'den fazla olduğu için AB, büyük mineral atıklar hariç olmak üzere evsel malzeme tüketimi sonucu üretilen atık miktarlarında da daha yüksek düzeylere sahiptir. Buna karşın, ekonomik daralma süreçlerinde yaşanan tüketim eğilimi azalışı nedeniyle atık üretim miktarının düşme eğilimine girdiği Şekil 3'te görülmektedir. Döngüsel ekonomi göstergelerinden atık yönetimi kapsamında yer alan belediye atıklarının geri dönüşüm oranının yıllar itibarıyla değişimi Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4. Belediye atıklarının geri dönüşüm oranı (%) (Eurostat, 2022g)

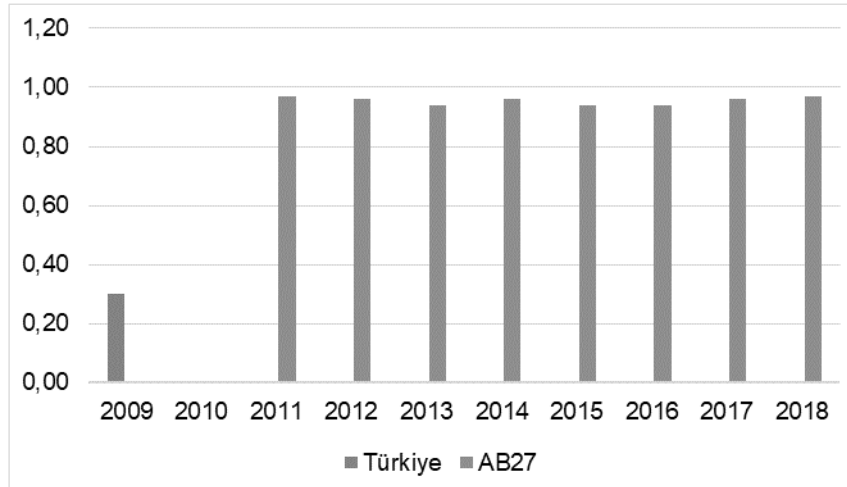
Bu gösterge geri dönüşüm, malzeme geri dönüşümü, *kompostlaştırma ve anaerobik sindirim*⁵ içermektedir (Eurostat, 2022g). Kişi başına belediye atık üretimindeki yıllar itibarıyla istikrarlı seyir, belediye atıklarının geri dönüşüm oranlarında kendini göstermiş olsa da Türkiye'nin 2018 yılından itibaren geri dönüşümü arttırmaya yönelik izlediği politikaların oranlara yansıdığını Şekil 4'te görmek mümkündür. Ancak aynı eğilime, Şekil 5'te yer alan kişi başına biyolojik atıkların geri dönüşüm oranlarında maalesef rastlanılmamaktadır.

⁵ "...biyolojik olarak bozunabilir atıkların aerobik veya anaerobik arıtımı, bu arıtmanın kompost veya çürüme ürünü oluşturduğu ve bunun da gerekli herhangi bir yeniden işlemenin ardından geri dönüştürülmüş bir ürün, malzeme veya arazi arıtması için tarımsal veya ekolojik iyileştirme." (EC, 2017).



Şekil 5. Kişi başına biyolojik atıkların geri dönüşüm oranı (kişi başına kilogram) (Eurostat, 2022h)

AB27 genelinde 2000 yılından itibaren artma eğiliminde olan kişi başına biyolojik atıkların geri dönüşüm oranının, maalesef Türkiye’de genellikle durağan bir eğilim sergilediğini Şekil 5 yansıtmaktadır. Bu kısımda, biyoatıkların tek uygun kullanımının kompostlama veya anaerobik çürütme olduğu varsayılarak, kompostlanmış veya metanlaştırılmış belediye atıkları (Eurostat, 2022h) dikkate alınmaktadır. Geri dönüşüm, onarım ve yeniden kullanım ile kiralama sektörlerinde “maddi mallara yapılan brüt yatırım”, “çalışan kişi sayısı” ve “faktör maliyetleriyle katma değeri” içeren (Eurostat, 2022i) döngüsel ekonomi, rekabetçilik ve yenilik göstergesindeki durum ise Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 6. Döngüsel ekonomi sektörleriyle ilgili özel yatırımlar, işler ve brüt katma değer (faktör maliyetinde katma değer-GSYH yüzdesi) (Eurostat, 2022i)

Söz konusu göstergelere ait veri setine; AB27 için 2011-2018 döneminde ulaşılabiliyorken, Türkiye için yalnızca 2009 yılı için ulaşılmaktadır. Rekabetçilik ve yenilik kapsamındaki bu tek bir yıllık veri, değişimi gösteremeyeceği için döngüsellik performansı ve karşılaştırmasında dikkate alınmasının uygun olmadığı düşünülmektedir.

Avrupa Komisyonu döngüsel ekonomi göstergelerinden üretim için kendi kendine hammadde yeterliliği, yeşil kamu alımları, gıda atıkları, ikincil hammadde kapsamında geri dönüştürülmüş malzemelerin hammadde talebine katkısı, AB üye devletleri ve dünyanın geri kalanı arasında geri dönüştürülebilir hammadde ticareti, özel yatırımlar, işler ve brüt katma değer, inovasyonun bir temsilcisi olarak geri dönüşüm ve ikincil hammaddelerle ilgili patentlere ilişkin verilerin Türkiye için henüz üretilmemiş olması; AB ile döngüsellik potansiyeli ve performansı bakımından bu alanlarda karşılaştırma yapılamayacağını göstermektedir. Özetle, ulaşılabilen betimsel göstergeler incelendiğinde, Türkiye’nin döngüsel ekonomi performansının AB ülkeleri ortalamasının gerisinde kaldığı görülmektedir.

4. TÜRKİYE DÖNGÜSEL EKONOMİ ENDEKSİ VE AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ İLE BİR KARŞILAŞTIRMA

Çalışmanın bu kısmında, AB dögüsel ekonomi göstergelerinden müzakereci aday ülke konumundaki Türkiye için açıklanmış değişkenler dikkate alınarak dögüsellik endeksi hesaplanmakta ve bir karşılaştırma yapılmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle ulusal ekonomiler için geliştirilen dögüsellik endeksi yönteminin detayları paylaşılmaktadır. Ayrıca, ampirik analizde kullanılan veri seti ve kısıtlar hakkında bilgi verildikten sonra Türkiye dögüsellik endeksi hesaplanmaktadır. Türkiye'nin dögüsellik performansının AB ülkeleri ile karşılaştırılabilmesi için AB27 ülkelerine yönelik dögüsellik endeksi üretilmekte ve elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır.

4.1. Veri Seti ve Yöntem

Türkiye'nin toplam (genel) dögüsellik endeksini oluşturmak ve AB ülkeleri ile karşılaştırma yapabilmek amacıyla çok boyutlu bir karşılaştırmalı analiz yöntemi kullanılmaktadır. İlk olarak Hellwig (1968) tarafından, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, sahip oldukları kaynakları ve vasıflı insan potansiyeli açısından sınıflandırılması amacıyla sentetik bir gelişme ölçüsü üretilmiştir. Burada kullanılan analizde çok özellikli bir olgunun ölçülmesinde sentetik değişken olarak ifade edilen toplu bir gösterge oluşturulmaktadır. Bu çerçevede çalışmada, Kasztelan (2020) tarafından 2016 yılı için AB'ye üye yirmi dört ülkenin, on dört farklı dögüsel ekonomi göstergesi kapsamında, sentetik bir ölçü olarak hesapladığı Ulusal Ekonomiler Dögüsellik Endeksi (Index of National Economies Circularity-INEC) temel alınmaktadır.

Kasztelan (2020), Eurostat veri tabanındaki on dört farklı dögüsel ekonomi göstergelerini kullanarak 2016 yılı için yirmi dört AB ülkesi için hesaplama yapmış olsa da Türkiye için bu göstergelerden mevcut olan en fazla beşi kullanılabilir durumdadır. Bunlar, üretim-tüketim ve atık yönetimi kapsamındaki beş göstergeyi içermektedir: i) kişi başına belediye atık üretimi, ii) GSYH birimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi, iii) evsel malzeme tüketimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi, iv) belediye atıklarının ve v) kişi başına biyolojik atıkların geri dönüşüm oranları. Bu nedenle, bu makalede Türkiye için sözü edilen INEC Dögüsellik Endeksi'ni üretebilmek ve AB ülkeleri ile bir karşılaştırma yapabilmek için yine aynı beş gösterge dikkate alınarak AB27 ülkeleri için de Dögüsellik Endeksi hesaplanmaktadır.

Türkiye için en geniş kapsamlı gösterge veri setine ise 2016 ve 2018 yılları için ulaşılabildiğinden, analizde ancak bu yıllar için endeks geliştirilmesi mümkün olabilmektedir. Ancak, Kasztelan (2020)'de endeks hesaplamasının yalnızca 2016 yılını kapsadığı dikkate alınır, analize zaman unsurunun ilave edilmesi bir katkı olarak düşünülmektedir. Türkiye için yayınlanan veri seti incelendiğinde, GSYH birimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi ile evsel malzeme tüketimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi verilerinin iki yılda bir; belediye atıklarının geri dönüşüm oranlarının ise 2016 yılından itibaren yayımlandığı görülmektedir. Kişi başına belediye atık üretimi ve biyolojik atıkların geri dönüşümü verileri ise 2000 yılından beri her yıl yayımlanmaktadır. Ayrıca, Türkiye için 2020 verileri yayınlanmamıştır. Veri koşullarda, zaman unsurunu artırarak analize 2014 yılını da dahil etmenin bedeli ise kullanılan dögüsellik gösterge sayısının beşten üçe düşmesiyle endeksin temsil özelliğinin önemli ölçüde azalacak olmasıdır. Özellikle, belediye atıklarının geri dönüşüm oranı verisinin 2016 öncesi bulunmayışından dolayı, incelenen gösterge sayısının azaltılması, ancak dögüsellik en önemli göstergelerinden biri olan bu göstergenin kaybı pahasına mümkün olabilecektir. Bu kısıt altında, dögüsellik endeksinin, beş göstergeyi içerecek şekilde 2016 ile 2018 yıllarına odaklanmasının çalışmanın amacı ve kapsayıcılığı açısından daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Yukarıdaki açıklamada vurgulanan veri kısıtı nedeniyle bu çalışma zorunlu olarak Komisyon'un dögüsel ekonomi tematik alanlarından üretim ve tüketim ile atık yönetimi alanlarına odaklanmış olup, diğer tematik alanlar olan ikincil hammaddeler ile rekabetçilik ve yenilik alanlarını kapsamamaktadır. Bu durum, doğal olarak araştırmanın zorunlu bir kısıtı olup, ileride söz konusu tematik alanlara ait Türkiye verilerinin de yayınlanmasıyla daha kapsayıcı bir hesaplama ve karşılaştırma mümkün olabilecektir. İlgili ülkeleri ($O_i, i = 1, 2, \dots, n$) temsil eden değişkenlerin ($x_j, j = 1, 2, \dots, m$) değerleri Eşitlik 1'de bir gözlem matrisi formu olarak sunulmaktadır (Kasztelan, 2020):

$$\begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Sentetik endeksin bileşenlerinin özellikleri dikkate alındığında; belediye atıklarının ve kişi başına biyolojik atıkların geri dönüşüm oranları, dögüsellik endeksi üzerinde olumlu etkiye sahipken; kişi başına belediye atık üretimi, GSYH birimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi ve evsel malzeme tüketimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretim göstergelerinin ise azaltıcı etkiye sahip oluşu da dikkate alınarak göstergeler standartlaştırılmaktadır. Bu aşamada Kasztelan (2020)'yi izleyerek, Sıfır Birimleştirme Yöntemi (Zero Unitarisation Method-ZUM) kullanılmaktadır (Kasztelan, 2020):

$$\text{Endeksi arttıran göstergeler için: } z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})_i}{\max(x_{ij})_i - \min(x_{ij})_i} \quad (2)$$

$$\text{Endeksi azaltan göstergeler için: } z_{ij} = \frac{\max(x_{ij})_i - x_{ij}}{\max(x_{ij})_i - \min(x_{ij})_i} \quad (3)$$

Burada; z_{ij} , j . değişkenin i . ülkedeki değerini; x_{ij} ; i . ülkedeki j . başlangıç değerini göstermektedir.

Standartlaştırılmış tanı özellikleri, $[0, 1]$ aralığında değer almaktadır. Değer 1'e ne kadar yakınsa, analiz edilen özellik açısından durum döngüsellik performansı açısından o kadar iyileşmekte (daha yüksek döngüsellik); 0'a ne kadar yakın ise durum o kadar kötüleşmektedir (daha düşük döngüsellik). Veriler standartlaştırıldıktan sonra her bir ülke/ülke grubu için gözlem sayısının çift (Eşitlik 4) veya tek (Eşitlik 5) oluşu da dikkate alınarak medyan ile standart sapma (Eşitlik 6) hesaplanmaktadır (Kasztelan, 2020).

$$M_{ei} = \frac{z_{(\frac{m}{2})_i} + z_{(\frac{m}{2}+1)_i}}{2} \quad (4)$$

$$M_{ei} = z_{(\frac{m}{2}+1)_i} \quad (5)$$

$$Se_i = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (z_{ij} - \bar{z})^2} \quad (6)$$

Hesaplanan medyan ve standart sapmaya dayalı olarak INEC, Eşitlik 7 vasıtasıyla geliştirilmektedir (Kasztelan, 2020):

$$INEC_i = M_{ei}(1 - Se_i) \quad INEC_i < 1 \quad (7)$$

INEC'in 1'e yakın değerleri, araştırmaya konu ülke(ler) için daha yüksek bir döngüsellik seviyesini göstermektedir (Kasztelan, 2020). Bu yöntemin, nesnelerin doğrusal sıralanmasına ilişkin olarak tercih edilmesinin nedeni, değişkenleri karşılaştırılabilir hale getirmenin uluslararası kabul görmüş güncel bir yöntemi olmasıdır. Yöntem, özellikle AB ülkelerinin analizinde etkili olan aşırı gözlemlerin oluşumuna karşı yüksek direnci ile karakterize edilmektedir. Analiz edilen ülkelerin önemli ölçüde farklılık gösterdiği ve endeks değerlerinin asimetrisinde önemli farklılıklar olduğu sıklıkla gözlemlenebilir. Bu nedenle medyanla birlikte sentetik metriği kullanmanın daha uygun olduğu belirtildiği (Kasztelan, 2020; Grzebyk ve Stec, 2015) için analizde söz konusu yöntem kullanılmaktadır.

4.2. Ülke Bulguları ve Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

Türkiye ve 27 AB üyesi ülke ve geneli için Excel'de hesaplanan ve sıralanan endeks (INEC) bulguları Tablo 2'de sunulmaktadır. AB döngüsel ekonomi göstergelerinden, Türkiye için açıklanan beş gösterge olan üretim ve tüketim kapsamındaki kişi başına belediye atık üretimi, GSYH birimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi ve evsel malzeme tüketimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi ile atık yönetimi kapsamındaki belediye atıklarının ve kişi başına biyolojik atıkların geri dönüşüm oranları çerçevesinde hesaplanan döngüsellik endeksleri incelendiğinde; 2016 ve 2018 yıllarında en yüksek döngüsellığe sahip olan ülkenin Avusturya olduğu görülmektedir. En düşük döngüsellığe sahip olan ülkeler ise 2016 yılında Yunanistan iken 2018 yılında Malta olarak hesaplanmıştır. Türkiye, AB27 ortalamasından daha düşük döngüsellığe sahip olsa da 2016 yılından 2018'e döngüsellikte AB genelinde yaklaşık %3,3 artış söz konusuysen Türkiye'deki iyileşme yaklaşık %20,55 düzeyindedir. Üçüncü bölümde şekiller ışığında sunulduğu üzere, kişi başına düşen belediye atık üretimindeki azalış ile belediye atıklarının geri dönüşüm oranındaki artışın bu iyileşmedeki katkısının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu durum, her ne kadar Türkiye'nin Estonya, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve Malta'yı döngüsellikte geride bıraktığı şeklinde yorumlanabilse de 2019 yılında %11,5 olan belediye atıkları geri dönüşüm oranının, %48,1 olan AB ortalamasına yaklaşması gerektirdiği açıktır.

Tablo 2. Türkiye ve AB27 döngüsellik endeksi (INEC) bulguları

Ülkeler	2016 Yılı Değeri	Ülkeler	2018 Yılı Değeri
AB27	0,144654	AB27	0,14942
Avusturya	0,308914	Avusturya	0,31119
Hollanda	0,239482	Litvanya	0,2699
Litvanya	0,220362	Hollanda	0,24653
Lüksemburg	0,19453	Fransa	0,18187
Danimarka	0,1773	Lüksemburg	0,18169
Fransa	0,175537	İtalya	0,17244
Almanya	0,166801	Danimarka	0,16811
Portekiz	0,152906	Almanya	0,16245
Belçika	0,151423	Portekiz	0,15631
İtalya	0,150685	Belçika	0,14532
İsveç	0,143444	Slovenya	0,14442
Slovenya	0,129264	İsveç	0,14198
İspanya	0,122925	İspanya	0,13906
Finlandiya	0,114562	Finlandiya	0,11884
Letonya	0,088206	Çek Cumhuriyeti	0,08321
Çek Cumhuriyeti	0,077899	Macaristan	0,08128
Polonya	0,076035	İrlanda	0,07339
Macaristan	0,068956	Polonya	0,0721
İrlanda	0,056903	Slovakya	0,06786
Bulgaristan	0,055609	Bulgaristan	0,05083
Romanya	0,051892	Letonya	0,05072
Slovakya	0,042237	Hırvatistan	0,03899
Hırvatistan	0,035354	Yunanistan	0,02764
Estonya	0,027932	Romanya	0,02358
Güney Kıbrıs Rum Yönetimi	0,02167	Türkiye	0,02251
Malta	0,019626	Estonya	0,02047
Türkiye	0,016981	Güney Kıbrıs Rum Yönetimi	0,01779
Yunanistan	0,013946	Malta	0,01563

5. SONUÇ

OECD (2019) çevresel performans incelemeleri, Türkiye’de 2008 yılından itibaren her ne kadar ekonomik büyümeden ayrıklaşan bir hammadde tüketimi, atık üretimi ve karbon emisyonları söz konusu olsa da zamanla artma eğiliminde olan negatif çevresel dışsallıklara çözüm olarak Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı’nın benimsenmesinin gerekli olduğuna vurgu yapmaktadır. Türkiye; gezegensel sınırlar ve üretim süreçlerindeki negatif dışsallıkların da etkisiyle artan iklim değişikliğiyle mücadelede bir kalkınma stratejisi olarak döngüsel ekonomi paradigma dönüşümünü gerçekleştirebilirse, AB’ye katılım sürecinde de önemli bir mesafe kaydedebilecektir. Bu çalışmada, Türkiye için Eurostat tarafından açıklanmış mevcut temel beş gösterge dikkate alınarak hesaplama yapabildiğinden, döngüsellik AB ülkeleri için hesaplanmış olan diğer göstergeleri dikkate alınamamış olmaktadır. Bu bağlamda, öncelikle Komisyon’un izlem çerçevesini oluşturan göstergelerin tamamının Türkiye için de üretilmesi önem arz etmektedir. Ancak böylece, Türkiye için de tüm göstergeler çerçevesinde döngüsellik derecesinin hesaplanarak temsil kabiliyeti daha yüksek, daha kapsayıcı bir karşılaştırma mümkün olabilecektir.

Çalışmada, AB döngüsel ekonomi göstergelerinden Türkiye için açıklanmış beş gösterge çerçevesinde oluşturulan bir sentetik endeks vasıtasıyla ülkenin döngüsellik performansı araştırılmaktadır. Çok boyutlu karşılaştırmaya imkân sunan yöntemde; AB döngüsel ekonomi göstergelerinden üretim ve tüketim kapsamındaki kişi başına belediye atık üretimi, GSYH birimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi ve evsel malzeme tüketimi başına büyük mineral atıklar hariç atık üretimi ile atık yönetimi kapsamındaki belediye atıklarının ve kişi başına biyolojik atıkların geri dönüşüm oranları çerçevesinde; Türkiye ve AB27 ülkeleri için döngüsellik endeksi üretilmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye’nin AB ülkeleri ortalamasından daha düşük döngüsellik seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak analize konu olan 2016 ve 2018 yıllarındaki endeks bulguları dikkate alındığında, Türkiye’nin döngüsellik performansının yükseldiği; AB’nin en düşük döngüsellik düzeyine sahip olan Malta, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve Estonya’dan döngüsellikte önde olduğu söylenebilir. Betimsel ve endeks bulgularının birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Bu tespit, Türkiye için hesaplanan endeks bulgularının gerek kendi içinde gerekse AB ülkeleri ile karşılaştırıldığında tutarlı olduğu

yönünde değerlendirilmektedir. Daha gerçekçi ve kapsayıcı bir endeks hesaplaması ve karşılaştırması, ancak Türkiye'nin İkincil Hammaddeler ile Rekabetçilik ve Yenilik tematik alanlarına ait döngüsel ekonomi göstergelerinin yayınlanması ile mümkün olabilecektir. Bulguların tartışması açısından önemli olan bir diğer husus ise Türkiye için mevcut olan tematik alan göstergelerinin son derece sınırlı sayıda yılları kapsamıdır. Bu kısıt nedeniyle çalışmada ancak 2016 ve 2018 yılları analize dahil edilebilmiştir. Türkiye'ye ait bazı tematik alan göstergelerinin ve yılların, veri yokluğu nedeniyle analize dahil edilememesi bir kısıt olup, bulguların ve buna dayanan önerilerin değerlendirilmesinde dikkate alınmasında fayda bulunmaktadır. Ampirik yazında, Türkiye için döngüsellik endeksinin üretilerek AB ülkeleri ile karşılaştırmasının yapıldığı bu öncü çalışmanın bulguları; ilgili alandaki eksikliği doldurmada ve bir başlangıç noktası belirlemektedir. Türkiye'nin döngüsel performansını ele alan yeni çalışmaların yapılabilmesi, döngüsel ekonomi göstergelerinde var olan eksik verilerin giderilmesine yakından bağlıdır.

Bu çalışmanın bulgularının, 2015'te başlayan Döngüsel Ekonomi Eylem Planı uygulamalarıyla birlikte AB'de doğrusal ekonomiden döngüsellğe geçiş sürecinin olumlu sonuçlarını almaya başladığını yansıttığı söylenebilir. Her ne kadar eldeki bulgular, çalışmanın amacı olan Türkiye'nin döngüsellik performansını hesaplamak ve AB ülkeleri ile karşılaştırmak doğrultusunda 2016 ve 2018 yılları ile sınırlı olsa da yine de Avrupa Yeşil Mutabakatı-Döngüsel Eylem Planı'nın etkin biçimde uygulanması ve 2030 Gündemi'ne uyum konusunda umut vermektedir. Ayrıca, yeni gelişmeler ile birlikte Avrupa Yeşil Mutabakatı Döngüsel Eylem Planı düzenlemeleri, AB Çevre ve İklim Değişikliği Müktesebatı'nın önemli bir parçası durumuna gelmiştir. Türkiye'nin de aralarında olduğu aday ve/veya müzakereci ülkelerin, Çevre ve İklim Değişikliği faslı tarafından düzenlenen mevzuatın gereklerine uyum sağlama hususunda Avrupa Yeşil Mutabakatı Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nın hedeflerini tutturmaları müktesebata uyum için önem arz etmektedir. Bu çerçevede, On Birinci Kalkınma Planı'nın (2019-2023) bir kalkınma modeli olarak 'yeşil büyümeye' geçiş doğrultusunda önemli bir adım attığı söylenebilir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019: 26; 157-172). Öyle ki, Plan çerçevesinde 2018 yılında hazırlanan Çevre ve Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Yönetimi başlıklı Çalışma Grubu Raporunda günümüz doğrusal ekonomi yaklaşımından döngüsel ekonomi paradigmasına geçişin, çevre duyarlılığı da dikkate alınarak kaynakların daha verimli kullanılması yönünde önemli bir dönüşüm ve kalkınma yaklaşımı olduğunun altı çizilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, 2018: 58-61). Ayrıca, Orta Vadeli Program'da (2022-2024), Avrupa Yeşil Mutabakatı ile temelleri ortaya konulan 'yeşil dönüşüm' makroekonomik hedeflerden birisi olarak belirtilerek, yeşil dönüşüm ve döngüsel ekonomiye geçiş destekleyici yeni yaklaşımlara hız verileceği vurgulanmaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2021: 15). Bu bağlamda, Türkiye için eksik olan döngüsel ekonomi göstergelerine ait güncel verilerin yayımlanması, bu alanda kapsamlı özgün çalışmaların önünü açabilecektir. Böylece, gerek On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) ve gerekse Orta Vadeli Program'da (2022-2024) bir kalkınma modeli olarak ortaya konulan yeşil büyümeye geçiş doğrultusunda, döngüsel ekonominin potansiyeli, bağlantıları ve etkileri özgün çalışmalar ile desteklenebilecektir.

Bilgilendirme / Acknowledgements

Çalışmanın kalitesini yükseltici yorum ve önerileri için saygıdeğer hakemlere teşekkür ederiz.

We would like to thank the esteemed referees for their comments and suggestions that improve the quality of the study.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Ferhan Sayın: Literatür taraması, Kavramsallaştırma, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak

Utku Utkulu: Modelleme, Metodoloji, Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme

Ferhan Sayın: Literature review, Conceptualization, Data Curation, Analysis, Writing-original draft

Utku Utkulu: Modelling, Methodology, Writing-review and editing

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.

Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.

It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.

It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

The authors own the copyright of their works published in Verimlilik Dergisi and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Blomsma, F. ve Brennan, G. (2017). "The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity", *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 603-614.
- Boulding, K. (1966). "The Economics of the Coming Spaceship Earth", *Environmental Quality in a Growing Economy—Essays from the Sixth RFF Forum*, Editor: Jarrett, H., The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- Braungart, M. ve McDonough, W. (2002). "Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things", North Point Press, New York.
- Brennan, G., Tennant, M. ve Blomsma, F. (2015). "Business and Production Solutions: Closing Loops and the Circular Economy", *Sustainability* (Editors: Kopnina, H. ve Shoreman-Ouimet, E.), Routledge: EarthScan, Londra, 219-239.
- Buckminster Fuller, R. (1969). "Operating Manual for Spaceship Earth", Southern Illinois University Press, USA.
- Carson, R. (1962). "Silent Spring", A Crest Reprint, Fawcett Publications, Inc., Greenwich, Conn. Member of American Book Publishers Council, Inc., https://library.uniteddiversity.coop/More_Books_and_Reports/Silent_Spring-Rachel_Carson-1962.pdf, (Erişim Tarihi: 17.04.2020).
- Circle Economy, (2020a). "The Circularity Gap Report", The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE), Ruparo, Amsterdam, https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/5e26ead616b6d1d157ff4293_20200120%20-%20CGR%20Global%20-%20Report%20web%20single%20page%20-%20210x297mm%20-%20compressed.pdf, (Erişim Tarihi: 05.05.2020).
- Circle Economy, (2020b). "The Power of Countries to Close the Circularity Gap", <https://circularity-gap.world/countries>, (Erişim Tarihi: 05.05.2020).
- Circle Economy, (2021). "The Circularity Gap Report", <https://www.circularity-gap.world/2021>, (Erişim Tarihi: 30.03.2022).
- Commoner, B. (1971). "The Closing Circle: Nature, Man, and Technology", Alfred A. Knopf, New York.
- Eco-Innovation Observatory (EIO), (2016). "Policies and Practices for Eco-innovation Uptake and Circular Economy Transition", EIO Bi-annual Report, https://www.pac.gr/bcm/uploads/eio_2016_report_small.pdf, (Erişim Tarihi: 07.08.2020).
- Elia, V., Grazia Gnoni, M. ve Tornese, F. (2017). "Measuring Circular Economy Strategies Through Index Methods: A Critical Analysis", *Journal of Cleaner Production*, 142(4), 2741-2751.
- Ellen MacArthur Foundation, (2015). "Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition", https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf, (Erişim Tarihi: 07.04.2020).
- European Commission (EC), (2008). "Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives", <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>, (Erişim Tarihi:07.08.2020).
- European Commission (EC), (2015). "Closing the Loop—An EU Action Plan for the Circular Economy (COM/2015/0614 final)", <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2015-0614-final>, (Erişim Tarihi: 10.04.2020).
- European Commission (EC), (2017). "Guidance on Municipal Waste Data Collection", Eurostat - Unit E2 - Environmental Statistics and Accounts; Sustainable Development, May 2017, <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/342366/351811/Municipal+Waste+guidance/bd38a449-7d30-44b6-a39f-8a20a9e67af2>, (Erişim Tarihi: 30.05.2022).
- European Commission (EC), (2019). "Circular Economy", DG GROW, https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en, (Erişim Tarihi: 07.08.2020).
- European Commission (EC), (2020). "Circular Economy Action Plan", https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf, (Erişim Tarihi: 22.11.2020).
- European Union (EU), (2020). "Fasıl 27: Çevre ve İklim Değişikliği", Avrupa Birliği'nin Çevre ve İklim Değişikliği Politikası, https://www.ab.gov.tr/fasil-27-cevre_92.html, (Erişim Tarihi: 28.09.2020).
- Eurostat, (2021). "Atıkla İlgili Göstergeler", <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/data/indicators>, (Erişim Tarihi: 10.05.2021).
- Eurostat, (2022a). "Circular Economy-Overview", <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy>, (Erişim Tarihi: 02.03.2022).
- Eurostat, (2022b). "Circular Economy-Indicators", <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators>, (Erişim Tarihi: 02.03.2022).

- Eurostat, (2022c). "Circular Economy Indicators", Production and Consumption, Generation of Municipal Waste Per Capita, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc031/default/table?lang=en, (Erişim Tarihi: 02.03.2022).
- Eurostat, (2022d). "Database", Tables by Themes, Population (National Level), Population 1 January, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00001/default/table?lang=en>, (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Eurostat (2022e). "Circular Economy Indicators", Production and Consumption, Generation of Waste Excluding Major Mineral Wastes Per GDP Unit, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc032/default/table?lang=en, (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Eurostat, (2022f). "Circular Economy Indicators", Production and Consumption, Generation of Waste Excluding Major Mineral Wastes Per Domestic Material Consumption, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc033/default/table?lang=en, (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Eurostat, (2022g). "Circular Economy Indicators", Waste Management, Recycling Rate of Municipal Waste, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm011/default/table?lang=en, (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Eurostat, (2022h). "Circular Economy Indicators", Waste Management, Recycling of Biowaste, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm030/default/table?lang=en, (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Eurostat, (2022i). "Circular Economy Indicators", Competitiveness and Innovation, Private Investments, Jobs and Gross Value Added Related to Circular Economy Sectors, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_CIE010__custom_3198581/default/table?lang=en, (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Figge, F., Thorpe, A.S., Givry, P., Canning, L. ve Franklin-Johnson, E. (2018). "Longevity and Circularity as Indicators of Eco-Efficient Resource Use in the Circular Economy", *Ecological Economics*, 150, 297-306.
- Garcia-Bernabeu, A., Hilario-Caballero, A., Pla-Santamaria, D. ve Salas-Molina, F. (2020). "A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index", *Sustainability*, 12(2), 618. Doi: 10.3390/su12020618.
- Gaustad, G., Krystofik, M., Bustamante, M. ve Badami, K. (2018). "Circular Economy Strategies for Mitigating Critical Material Supply Issues", *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 24-33.
- Ghisellini, P., Cialani, C. ve Ulgiati, S. (2016). "A Review on Circular Economy: the Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems", *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Global Footprint Network, (2022). "Earth Overshoot Day", <https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/>, (Erişim Tarihi: 13.08.2022).
- Grzebyk, M. ve Stec, M. (2015). "Sustainable Development in EU Countries: Concept and Rating of Levels of Development", *Sustainable Development*, 23, 110-123.
- Hardin, G. (1968). "The Tragedy of the Commons", *Science*, 162(3859), 1243-1248.
- Hellwig, Z. (1968). "Zastosowanie Metody Taksonomicznej Do Typologicznego Podziału Krajów Ze Względu Na Poziom Ich Rozwoju Oraz Zasoby I Strukturę Wykwalifikowanych Kadr", *Przegląd Statystyczny*, 4(1968), 307-326.
- Jawahir, I.S. ve Bradley, R. (2016). Technological Elements of Circular Economy and The Principles of 6R-Based Closed-Loop Material Flow in Sustainable Manufacturing", *Procedia CIRP*, 40(1), 103-108.
- Kasztelan, A. (2020). "How Circular Are the European Economies? A Taxonomic Analysis Based on the INEC (Index of National Economies' Circularity)", *Sustainability*, 12(18), 7613. Doi: 10.3390/su12187613.
- King, A.M., Burgess, S.C., Ijomah, W. ve McMahon, C.A. (2006). "Reducing Waste: Repair, Recondition, Remanufacture or Recycle?", *Sustainable Development*, 14(4), 257-267. Doi: 10.1002/sd.271.
- Kirchherr, J., Reike, D. ve Hekkert, M. (2017). "Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions", *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
- Lieder, M. ve Rashid, A. (2016). "Towards Circular Economy Implementation: A Comprehensive Review in Context of Manufacturing Industry", *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51.
- Mann Borgese, E. (1988). "The Mediterranean Blue Plan: Some Further Comments", *Environmental Conservation*, 15(2), 179-180, Cambridge University Press. Doi: 10.1017/S0376892900029052.
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G.A., Alaerts, L., Van Acker, K., De Meester, S. ve Dewulf, J. (2019). "Circular Economy Indicators: What Do They Measure?", *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452-461, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092134491930151X>. Doi: 10.1016/j.resconrec.2019.03.045.
- Neugebauer, S., Martinez-Blanco, J., Scheumann, R. ve Finkbeeiner, M. (2015). "Enhancing the Practical Implementation of Life Cycle Sustainability Assessment-Proposal of a Tiered Approach", *Journal of Cleaner Production*, 102, 165-176. Doi: 10.1016/j.jclepro.2015.04.053.

- Núñez-Cacho, P., Górecki, J., Molina, V. ve Corpas-Iglesias, F.A. (2018). "New Measures of Circular Economy Thinking in Construction Companies", *Journal of EU Research in Business*. Doi: 10.5171/2018.909360.
- Okorie, O., Salonitis, K., Charnley, F., Moreno, M., Turner, C. ve Tiwari, A. (2018). "A Data-Driven Approaches for Circular Economy in Manufacturing for Digital Technologies: A Review of Current Research and Proposed Framework", *Preprints*, 2018080159. Doi: 10.20944/preprints201808.0159.v1.
- Organisation Economic Co-operation and Development (OECD), (2019). "OECD Çevresel Performans İzlemeleri: Türkiye 2019", <https://www.oecd.org/env/country-reviews/Highlights-Turkiye-2019-TURKISH-WEB.pdf>, (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Pearce, D.W. ve Turner, R.K. (1990). "Economics of Natural Resources and the Environment", Johns Hopkins University Press, Baltimore MD.
- People's Republic of China (PRC), (2008). "Çin Halk Cumhuriyeti Döngüsel Ekonomiye Teşvik Yasası", <https://www.lawinfochina.com/display.aspx?id=7025&lib=law>, (Erişim Tarihi: 14.08.2022).
- Plastinina, I., Teslyuk, L., Dukmasova, N. ve Pikalova, E. (2019). "Implementation of Circular Economy Principles in Regional Solid Municipal Waste Management: The Case of Sverdlovskaya Oblast (Russian Federation)", *Resources*, 8(2), 90. Doi: 10.3390/resources8020090.
- Potting, J., Hekkert, M.P., Worrell, E. ve Hanemaaijer, A. (2017). "Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain", 2544, PBL Publishers, Hague.
- Sady, M. (2016). "Understanding the Concept of Circular Economy", *Challenges for Contemporary Management*, Editors: Trifonova, N.V., Teczke, J. ve Bula, P., International Management Foundation, Cracow-Saint Petersburg.
- Sayın, F. (2020). "Giriş Yerine: Döngüsel Ekonomiye Doğru", *Döngüsel Ekonomi-Makro ve Mikro İncelemeler*, Editör: Sayın, F., Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 1-15.
- Sayın, F. ve Çelik, O. (2020). "Döngüsel Ekonomi Perspektifinde Eko-inovasyon: Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkeleri Karşılaştırmalı Analizi", *Ekonomik ve Teknolojik Değişim Sürecinde İnovasyon*, Editör: Muratoğlu, G., Gazi Kitabevi, Ankara, 523-556.
- Scarpellini S., Valero-Gil J., Moneva J.M. ve Andreaus M. (2020). "Environmental Management Capabilities for a "Circular Eco-innovation"", *Business Strategy and Environment*, 29(1), 1-15. Doi: 10.1002/bse.2472.
- Sihvonen, S. ve Ritola, T. (2015). "Conceptualizing ReX for Aggregating End-of-Life Strategies in Product Development", *Procedia CIRP*, 29, 639-644. Doi: 10.1016/j.procir.2015.01.026.
- Stahel, W. ve G. Reday-Mulvey. (1981). "Jobs for Tomorrow: The Potential of Substituting Energy for Manpower", Vantage, Brussels, New York.
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2019). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf, (Erişim Tarihi: 14.08.2022).
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2021). Orta Vadeli Program (2022-2024), <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/09/Orta-Vadeli-Program-2022-2024.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.08.2022).
- Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, (2018). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Çevre ve Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Yönetimi Çalışma Grubu Raporu, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/Cevre_ve_DogalKaynaklarınSurdurulebilirYonetimiCalismaGrubuRaporu.pdf, (Erişim Tarihi: 14.08.2022).
- Toxopeus, M.E., De Koeijer, B.L.A. ve Meij, A.G.G.H. (2015). "Cradle to Cradle: Effective Vision vs. Efficient Practice?", *Procedia CIRP*, 29, 384-389. <https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/15053582/cradle.pdf>.
- Utkulu, U. ve Türköz, K. (2020). "Döngüsel Ekonomiye Geçiş Sürecinin Uluslararası Ticarete Yansımaları: Türkiye Örneği", *Döngüsel Ekonomi-Makro ve Mikro İncelemeler*, Editör: Sayın, F., Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 113-142.
- Van Buren, N., Demmers, M., der Heijden, R.V. ve Witlox, F. (2016). "Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments", *Sustainability*, 8(7), 647. <http://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647>, (Erişim Tarihi: 11.10.2019).

