

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0'm Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini Gerçekleştirmeye Etkisi: Sistematik Literatür Taraması

Esin Yücel Karamustafa *^{ID}
Burcu Arsan ²^{ID}
Kağan Beşoğul ³^{ID}

MAKALE BİLGİSİ

Başvuru: 09. 05. 2022
Kabul: 09. 06. 2022
Online Yayım:
30. 11. 2022

Anahtar Kelimeler:

Sürdürülebilir Kalkınma
Amaçları (SKA)
Döngüsel Ekonomi (DE),
Endüstri 4.0 (E4.0)

Kaynak Gösterimi: Karamustafa, EY vd., (2022), Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0'm Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini Gerçekleştirmeye Etkisi: Sistemik Literatür Taraması. Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi, 24 (2), 294-323 DOI: 10.54838/bilgisosyal.1113937

Özet:

Amaç: Araştırmanın amacı, Döngüsel Ekonomi (DE), Endüstri 4.0 (E4.0) ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKA) hakkında Sistemik Literatür Taraması yaparak, "Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmaya nasıl katkıda bulunabilir?" araştırma sorusuna cevap aramaktır.

Yöntem: Araştırmada, DE ve E4.0 uygulamalarının birleşimi olarak kabul edilen DE-I4.0 konseptinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin gerçekleştirilmesine nasıl katkı sağlayacağını belirlemek yönünde etki faktörü 2'nin üzerinde olan, 11 yayınevine ait 38 dergide; 2015-2020 yılları arasında yayınlanmış 75 makale sistemik literatür tarama yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Araştırmada, Barros ve meslektaşlarının 2019 yılında tasarlamış oldukları Sistemik Literatür Tarama modeli kullanılmıştır.

Bulgular: Tarama protokolü uygulandıktan ve üç aşamalı inceleme sürecinden sonra 75 makale yorumlanmak üzere seçilmiştir. Portföyde gerçekleştirilen içerik analizi ve yayın eğilimleri incelemesi ile DE uygulamaları ve E4.0 teknolojilerine ilişkin sonuçlar yorumlanmıştır. Yapılan tarama sonucunda, DE-I4.0 kombinasyonun, SKA7, SKA8, SKA9, SKA11, SKA12 ve SKA13 hedeflerine doğrudan fayda sağladığı belirlenmiştir.

Özgülük: Bu araştırma literatürde SKA, DE ve E4.0'ı içerik analizi yaparak ele alan ilk araştırmalardan biri olarak kabul edilebilir. Gelecekte yapılacak araştırmalar için, sera gazı emisyonu, yeni iş yaratma, yeni üretim modelleri gibi farklı perspektiflerden değerlendirilebilecek literatürde birtakım boşlukların olduğu düşünülmektedir.

***Sorumlu Yazar:** Dr. Öğr. Üyesi., Altınbaş Üniversitesi, İşletme Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, ✉ esin.karamustafa@altinbas.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1440-1203, İstanbul, Türkiye

² Doktora Öğrencisi., Yeditepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ✉ burcu.arsan@yeditepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9757-9391, İstanbul, Türkiye

³ Doktora Öğrencisi., Altınbaş Üniversitesi, İşletme Fakültesi, ✉ kagan.besogul@altinbas.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7489-0091, İstanbul, Türkiye

RESEARCH ARTICLE

The Impact of Circular Economy and Industry 4.0 on Achievement of Sustainable Development Goals: A Systematic Literature Review

Esin Yücel Karamustafa * Burcu Arsan ² Kağan Beşoğul ³ 

ARTICLE INFO

Submitted: 09. 05. 2022**Accepted:** 09. 05. 2022**Published Online:**

30. 11. 2022

Keywords:

Sustainable Development Goals (SDGs)

Circular Economy (CE)

Industry 4.0 (I4.0)

To cite this article:

Karamustafa, EY vd., (2022), The Impact of Circular Economy and Industry 4.0 on Achievement of Sustainable Development Goals: A Systematic Literature Review. Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi, 24 (2), 294-323- DOI: 10.54838/bilgisosyal.1113937

Abstract:

Purpose: This research aims to find answers to “How do the Circular Economy (CE) and Industry 4.0 (I4.0) contribute to achieving the Sustainable Development Goals (SDG)?” by performing a Systematic Literature Review by scanning the SDG, CE, and I4.0 concepts and keywords in various databases in the existing literature.

Methodology: 75 articles published between 2015 and 2020 in 38 journals of 11 publishers with an impact factor of more than 2 were examined to determine how DE-I4.0, which is a combination of CE and I4.0 applications, will contribute to the achievement of SDGs. The Systematic Literature Review model was used as designed by Barros et al. in 2019.

Findings: After the screening protocol and three-stage review process, 75 articles were selected for interpretation. With the content analysis and publication trends analysis carried out in the portfolio, the results of CE applications and I4.0 technologies were interpreted. As a result of screening, it was determined that the combination of DE-I4.0 directly benefits the achievement of the targets of SDG7, SDG8, SDG9, SDG11, SDG12, and SDG13.

Originality: This research can be considered as one of the first studies in the literature that focused on the combination of the SDG, CE, and I4.0 by performing content analysis. It is thought that there are some gaps in the literature in terms of evaluating from different perspectives such as greenhouse gas emissions, new job creation, new production models for future research.

* **Corresponding Author:** Asst Prof., Altınbaş University, Faculty of Business Administration, Department of International Trade and Finance, ✉ esin.karamustafa@altinbas.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1440-1203, İstanbul, Turkey

² PhD Student., Yeditepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, ✉ burcu.arsan@yeditepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9757-9391, İstanbul, Turkey

³ PhD Student, Altınbaş University, Faculty of Business Administration, ✉ ka-gan.besogul@altinbas.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7489-0091, İstanbul, Turkey

GİRİŞ

Doğrusal ekonomi, tüketiciyi daima yeniyi tüketmeye sevk eden, kullanım ömrü uzun ve dönüştürülebilir ürünler yerine; kısa ömürlü, sürdürülebilir olmayan, kullanım ömrü sonucu çöp olacak ürün üretiminin yanında, yetersiz atık yönetim politikası ile de atıkların sorumluluğunu devlete bırakmaktadır. Döngüsel Ekonomi ise sürdürülebilirlik politikası kapsamında uzun ömürlü ürün üretimi ile üretim bandına yeniden alınabilen geri dönüştürülebilir ürün üretimi ile atık yönetiminde üreticiye de sorumluluk yüklemektedir.

Öte yandan günümüz tüketicileri, yatırımcıları organizasyonların salt ekonomik başarılarının ötesinde, bu başarının hangi ekolojik ve sosyal maliyet ve katkılarla sağlandığına da önem vermektedir. Bu sebeple günümüz organizasyonlarından beklenen, mikro ve makro seviyede ekolojik ve sosyal etkilerini belirleyip, bunu sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla senkronize ederek sorumluluklarını yerine getirmeleri şeklindedir (PricewaterhouseCoopers, 2021).

Endüstri 4.0 nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut teknoloji gibi mekânsız, somut kaynak kullanımını minimum düzeyde tutan ve büyük ölçüde soyut bir üretim biçimi sunmaktadır (Yücebalkan, 2020). Endüstri 4.0 insan-insan ve insan-makine etkileşimlerini içinde barındırmakla beraber makinelerin kendi aralarında da bir etkileşim içinde olmasına zemin hazırlayan bir dijital dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Bu çalışmada sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirme yöntemi olarak konumlandığımız döngüsel ekonomi ile Endüstri 4.0 arasında bulunan ilişkinin temeli değişen üretim yapısının dönüştüğü dijitallik kavramına dayanmaktadır (Güleryüz & Duygulu, 2020).

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından belirlenen; toplumumuzun karşılaştığı temel sorunları ele alan, sürdürülebilir uygulamaların ve çözümlerin

teşvik edilmesi amacı ile kurgulanan bir stratejiler bütünüdür. Aynı zamanda, Döngüsel Ekonomi (DE) ve Endüstri 4.0 (I4.0) ilgili 17 amacı gerçekleştirme hususunda sahip oldukları gelişme potansiyelleri ile gün geçtikçe büyük önem kazanmaktadır. Bu araştırmada, Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0 uygulamalarının birleşimi olan DE-I4.0'ın SKA'ları gerçekleştirmede nasıl katkı sağlayacağını belirlemek yönünde etki faktörü 2'nin üzerinde olan, 11 yayınevine ait 38 dergide; 2015-2020 yılları arasında yayınlanmış 75 makale incelenerek, sürdürülebilirlik uygulamalarının önce çıkan amaçlarının bu alanda çalışma yapan akademisyenler, örgütler ve devlet politikalarına yön verenler için katkı sağlaması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Döngüsel Ekonomi

Döngüsel Ekonomi, kullanım süresini tamamlayan her tür ürünün üretim amacından çıkarılarak, yeniden üretilecek bir ürün için yeni kaynak halini alması olarak tanımlanmaktadır (Çetin, 2020). Döngüsel ekonomi sürdürülebilirlik kavramının tanımlanması ve somut olarak uygulamaya konması için bir araç niteliğindedir.

Konuya ilişkin literatürdeki tarihsel akışta 1950'lerden başlayarak, yeniden üretim, tersine lojistik, gibi kavramlar karşımıza çıkarken, 1980 sonrası ilgili yazında döngüsel ekonomi kavramı kullanılmaya başlamıştır. Doğrusal ekonominin sürdürülebilirliğe ters yapısına karşın, döngüsel ekonomi bir ürünün sistemdeki kullanım ömrünün sona ermesi durumunu ortadan kaldırmayı esas alır (Güleryüz ve Duygulu, 2020).

Doğrusal ekonomi, bahsettiğimiz gibi tüketiciyi daima yeniyi tüketmeye sevk etmekte, kullanım ömrü uzun ve dönüşebilir ürünler yerine, kısa ömürlü sürdürülebilirlik barındırmayan, kullanım ömrü sonucu çöp olacak ürün üretiminin yanında, yetersiz atık yönetim politikası ile de atıkların sorumluluğunu devlete bırakmaktadır.

Döngüsel ekonomi ise sürdürülebilirlik politikası kapsamında uzun ömürlü ürün üretimi ile üretim bandına yeniden alınabilen geri dönüşebilir ürün üretimi ile atık yönetiminde üreticiye de sorumluluk yüklemektedir. Döngüsel ekonomi temelli üretim, tüketicinin geri bildirimlerine önem veren interaktif bir yapıdır (Çetin, 2020).

Günümüzde atık sorunu dünyayı en çok tehdit eden sorunlardan birisidir. Yerkürenin çeşitli noktalarında her gün ortaya çıkan atık miktarı oldukça fazladır. Geri dönüşüm, hammaddenin çıkarılması gibi üretim sürecinde oluşan çevresel hasarları azaltmaya yardımcı olur ve yeni ürünlerin üretilmesi için gerekli enerjide tasarruf sağlar (Lee, 2020). Bu tasarruf kavramı döngüsel ekonomi konseptinin temel ilkeleri için de önemli bir çıkış noktasıdır. Döngüsel ekonomi 3R ilkesini temel almaktadır. Bu ilkeler azaltmak, yeniden kullanmak ve geri dönüştürmektir. Döngüsel ekonomi, sürdürülebilirlik için çevre unsuru ile ekonomik unsurlar arası zorunlu ilişkilerin bağlantılarının ele alındığı, Pearce ve Turner'ın çalışmalarında (1990) daha somut olarak karşımıza çıkmaktadır (Güleryüz ve Duygulu, 2020). Özetle, döngüsel ekonomi her tür kaynak tüketimini azaltabilmek adına ürünü en uzun süre kullanımda tutmayı hedefleyen tüm üretim bandı kurgusunu bu ilke çerçevesinde ören bir ekoldür.

Döngüsel ekonomi yaklaşımlarının teknik çözümlerin aksine hem akademik literatürde hem de ilgili raporlarda maliyet azaltıcı, iş yaratımı, inovasyon, üretkenlik ve kaynak verimliliği ile ilgili önemli faydalar getirmektedir. Bu potansiyel faydalar düşünüldüğünde özel sektörün güçlü bir katkısı gerekeceği açıktır. Birçok küçük ve orta ölçekli çok uluslu firma döngüsel ekonomi iş modellerinin potansiyel faydalarını görerek seçenekleri araştırmaya başlamıştır. Örneğin döngüsel ekonomi birçok gelişmekte olan ülkede sağlık ve temizlik sektörlerinde iş fırsatları yaratarak işsizliği azaltmak anlamında da fırsatlar sunmaktadır (Schroeder vd., 2018).

2.2 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

21. yüzyıl dünyasında değişim konsepti hayatın her alanında giderek etkin olmaktadır. Hatta değişim konsepti; sağlık perspektifinde pandemi, çevresel koşullar altında iklim değişimi ve doğal kaynakların hızlı tüketimi veya küresel çapta ekonomik yetersizlikler gibi pek çok bileşenin getirisi olarak, çoğu zaman zorunluluk halini almaktadır. Değişim sözlük anlamı olarak belli bir zamandaki değişikliklerin bütünü demektir (TDK, 2021). Bu noktada daima ilerleyen zaman ve yaşam koşulları çerçevesinde belki de hayatımızda en somut halde yaşadığımız, soyut bir kavram olan ekonomik yapının da değişime uğraması 21.yüzyıl'da bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu gerekliliğin temeli her geçen gün tükenmekte olan doğal kaynak kıtlığına dayanmaktadır.

20. yüzyıl; aşırı hız kazanan sanayi gelişimi ile hızla tükenmeye başlayan doğal kaynaklar, yükselen çevre kirliliği, dünya savaşları sonrası ortaya çıkan kıtlık zamanları ve hemen o dönemi takip eden küresel nüfus patlamaları, iklim sorunları gibi, birçok problemin ortaya çıktığı bir dönem olarak kabul edilebilir. Bununla beraber 1970 sonrası ekonomik yapı, büyüme hedefleri ile çevresel faktörler arası bağlar tartışılmaya başlamıştır. Artan bu sorunların görmezden gelinmesi halinde küresel çapta ekonomik büyümenin sonuna gelineceği anlaşılmıştır (Koyuncu ve Karabulut, 2021). Bahsettiğimiz geçmiş dönemlerin yanı sıra hala önemli ölçüde etkin olan ve sürdürülebilirliğe ters bir yapıda, satın al, kullan, geri dönüşmemek üzere elden çıkar, temelli büyümeye dayalı doğrusal (lineer) ekonomiye karşı bir ekol oluşması gereği önemli bir zorunluluk halini almıştır (Güleryüz ve Duygulu, 2020).

Günümüzde şirket hatta devlet gibi belki de tüm organizasyonların sürdürülebilir ekonomik (veya öz varlığını sürdürme) başarıları için faaliyetlerinin sosyal ve çevresel koşullara nasıl etki ettiğine odak-

lanmaları önem taşımaktadır. Günümüzde sürdürülebilirlik bir anahtar kavram olarak organizasyonların oyunda kalıp kalmayacaklarına ilişkin önemli ipuçları vermektedir. Günümüz tüketicileri, yatırımcıları organizasyonların salt ekonomik başarılarının ötesinde, bu başarının hangi ekolojik ve sosyal maliyet ve katkılarla sağlandığına da önem vermektedir. Bu sebeple günümüz organizasyonlarından beklenen, mikro ve makro seviyede ekolojik ve sosyal etkilerini belirleyip, bunu sürdürülebilir kalkınma modeliyle idare ederek sorumluluklarını yerine getirmeleri şeklindedir (PricewaterhouseCoopers, 2021).

Sürdürülebilir kalkınma, doğal veya örgütsel tüm kaynakların etkin ve idareli kullanımı ile küresel yoksulluğun ve yer kürenin bölgeleri arası asimetrik yapının ortadan kaldırılmasını sağlamak için bir dizi süreçleri kapsamaktadır. Mevcut kaynakların etkin kullanılıp sonrasında da kullanılan kaynakların üretimden çıkarılmayıp yeniden etkin biçimde kullanımını hedefleyen yeşil ekonomi, sürdürülebilir kalkınma için önemli bir yöntemdir (Koyuncu ve Karabulut, 2021). Sürdürülebilir kalkınma bugünün ihtiyaçlarını gözetirken geleceğin ihtiyaçlarını da her zaman hesaba katmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma eko-gelişme kavramı vasıtasıyla küresel ölçekte popülerlik kazanmıştır. Eko-gelişim özetle içinde yaşanan ekolojik çevrenin olanak ve kaynaklarının hesaplı ve mantık çerçevesinde kullanımı ile toplumun, doğanın gereksinimlerini karşılayan bir gelişme türüdür (Çelebi, 2019).

Döngüsel ekonomi çeşitli ülkeler tarafından kullanılan sosyal kurumları ve oluşumları sürdürülebilir gelişim amaçlarına ulaşmak için bir araç olarak düşünülebilir. Sürdürülebilir kalkınmanın amaçları ile döngüsel ekonomi arasında çok yakın bir ilişki olduğu gözükmektedir (Rodriguez-Anton vd., 2019). Bir konsept olarak düşünebileceğimiz sürdürülebilir kalkınmanın somut olarak ele alındığı bazı

amaçlar mevcuttur. Bu amaçların hepsine ulaşılması ideali gerçekleşirse, sürdürülebilir kalkınma tam manasıyla hayata geçebilecektir.

Bu noktadan hareketle 17 başlık altında toplanan sürdürülebilir kalkınmanın ilk amacı; *SKA1 olarak tanımlanan, Yoksulluğa Son* hedefidir. Günümüzde birçok insan; gıda, temiz su, temel sağlık hizmetleri gibi en temel yaşamsal ihtiyaçlara ulaşma noktasında ciddi sıkıntı çekmektedir. Bu durumun en temel sebeplerinden olan bireyler, ülkeler ve coğrafyalar arası ekonomik koşulların asimetrik yapısı mevcut koşullarda halen giderilmiş değildir. Bu eşitsizlik için küresel ölçekte 800 milyonu aşan sayıda birey günlük 1,25 USD'nin altında bir gelire hayatını sürdürme mücadelesi vermektedir.

Bu açıdan sürdürülebilir kalkınma, her çeşit yoksullukla mücadele ederek her bireyi, çevreyi, temel kaynakları koruma noktasında etkin bir yoldur (UNDP, 2021).

SKA2 olarak tanımlanan Açlığa Son hedefi de önemli bir diğer amaçtır. Yetersiz beslenme ve açlığın sona ermesi durumunun sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde 2030 yılına kadar sona ermesi hedeflenmektedir. Bu yoldan sanayiden çok çiftçinin, sürdürülebilir tarım uygulamalarının, bu uygun (döngüsel ekonomi gibi) ekonomi modellerin desteklenmesi açlığın ortadan kalması için önemli adımlar olarak var olmaktadır. Sağlıklı ve kaliteli yaşam her bir bireyin hakkıdır. Bu hak sürdürülebilir kalkınmanın bir amacıdır.

Günümüzde her yıl yaklaşık 6 milyonu aşan sayıda çocuk beş yaşına gelmeden hayata veda etmektedir (UNDP, 2021).

SKA3- Sağlık ve Kaliteli Yaşam hedefi ise, bu ve bunun gibi sağlık ve kaliteli yaşamı önleyen sorunların çözüme ulaşması için önemli bir sürdürülebilir kalkınma amacıdır. Bireylerin nitelikli eğitim alması da *SKA4-Nitelikli Eğitim hedefi* olarak karşımıza çıkarken bu amacın temel taşları cinsiyet ve varlık eşitsizliklerine karşı herkesi belli seviyede temel, nitelikli eğitimden yararlandırabilme şeklindedir. Bura-

dan yola çıkarak *SKA5- Toplumsal Cinsiyet Eşitliğinin* sağlanması da başka bir amaçtır. Sürdürülebilir kalkınmada bu amacın gerçekleşmesi gerek ekonomik gerek eğitim hayatı gerekse de yaşamın tüm alanlarında eşitlikçi ve insan haklarını gözeten uygulamalarla sağlanabilecektir (UNDP, 2021).

Temiz suya ulaşım ve sanitasyon koşullarının yerine getirilmesi de *SKA6 olarak tanımlanan Temiz Su ve Sanitasyon hedefi* ile karşımıza çıkmaktadır. Dünya doğrusal ekonomi gibi çevreyi ikinci plana alan birçok unsur nedeniyle giderek kurak hale gelmektedir. Yeryüzü nüfusunun %40'tan fazlası bu durumdan etkilenmektedir. Sürdürülebilir kalkınma ile bu zor sürecin durdurulması orman, su kaynakları gibi tüm eko-sistemin bütüncül korunmasını sağlayacak faaliyetler sürdürülebilir kalkınma amaçlarındandır.

Pek çok yaşamsal koşulun sağlanması için enerjiye ulaşılması gerekliliktir. Bu enerjinin çevreci ulaşılabilir temiz enerji olması ise *SKA7 olarak belirtilen Erişilebilir ve Temiz Enerji hedefidir*. Bireylerin refahı ve daha üst çemberde, ülkelerin, bölgelerin ve neticede küresel refahın sağlanması için bireylerin insan haklarına, kendilerine yakışan uygun işlerde çalışabilmesi iş olanaklarına ulaşabilmesi önemlidir (UNDP, 2021).

SKA8-İnsana Yakışır iş ve Ekonomik Büyümenin bir sürdürülebilir kalkınma hedefi olarak ele alınmasının önemi Uluslararası Çalışma Örgütü'nün verilerine bakıldığında daha net anlaşılmaktadır. Buna göre 2015'te yaklaşık 204 milyonun üzerinde birey işsizlik sorunu yaşamaktadır. Günümüzde metropollerin nüfusları giderek artış gösterirken gerek sanayi gerek enerji, konut ve toplu taşıma gibi pek çok konuda yenilikçi bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. *SKA9 olarak tanımlanan Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı hedefi* bu anlamda topluma fayda sağlaması amaçlanan hedeflerdendir (UNDP, 2021).

SKA10- Eşitsizliklerin Azaltılması hedefi ise, gelir eşitsizliği küresel çapta varlığını sürdürürken bu asimetrik durumun ortadan kalkmasını amaç edinmiştir. Bu amacın gerekliliği ise yeryüzünün zengin %10'luk topluluğunun, tüm kürenin toplam %40 gelirine sahip olması durumu ile anlaşılmaktadır. Günümüz dünyasında özellikle iş olanaklarına ulaşım bakımından şehir nüfus artışları öne çıkmaktadır. Dünya nüfusun yarıdan çoğu büyük şehirlerde yaşarken bu şehirlerin göç alması durumu devam etmektedir. Bu bakımdan bireyin iyi ve sağlıklı yaşam sürmesi için sürdürülebilir şehirler ile yaşam alanları kurmak önemlidir. *Zaten SKA11- Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar hedefi* bir sürdürülebilirlik amacı olarak var olmaktadır. Gerek üretimin gerekse de tüketimin belli sınırlar için de yapılması bu konudaki üretici/tüketici/ekonomik sistem kurucular arası sorumluluk önemlidir (UNDP, 2021).

Kaynakların dikkatli kullanımını, ekolojik dengeyi korumayı esas alan SKA12 olarak tanımlanan, *Sorumlu Üretim ve Tüketim hedefi* sürdürülebilir kalkınma için de bir amaçtır. Buna benzer olarak giderek bozulan ve pek çok doğal afete sebebiyet veren iklim değişimleri, küresel ısınma gibi herkesin hayatını derinden etkileyecek boyuttaki sorunlarla mücadele için iklimsel olarak bir eylem planı ile harekete geçilmesi de *SKA13 olarak tanımlanan İklim Eylemi hedefi* de ayrı bir sürdürülebilir kalkınma hedefidir.

Her açıdan ekolojik dengenin korunması ve doğal yaşamın devamı gerek bugünün bireyleri gerek gelecek kuşaklar için önem taşımaktadır. Üstelik bu durumun gezegenin yaşama elverişli halinin sürmesi için de bir gereksinimdir. Bu açıdan denizlerin, doğal su kaynaklarının, ormanların ve tüm bu alanlardaki canlı yaşamının varlığı için sudaki ve karadaki hayatın korunması da ayrı ayrı birer sürdürülebilir kalkınma amacı olarak karşımıza çıkmaktadır. *SKA14- Sudaki Ya-*

şam ve SKA15- Karasal Yaşam hedefleri bu maddelere hizmet etmektedir (UNDP, 2021).

Bu noktaya kadar bahsettiğimiz tüm hedefleri de kapsayarak şunu söyleyebiliriz ki, Uluslararası kabul edilmiş sürdürülebilir amaçlar ve hedefler hem politik değeri hem de araçsal değere sahiptir. Uluslararası gelişim takvimini gözlemlemek ve gözden geçirmek ile yükümlü kurumlar ve hizmet ettikleri uluslararası topluluklar için amaçlar ve hedefler, insanlığın gelişimi için genel bir karşılaştırma süreci olarak hizmet ederek, ulusların arasında temel bir iş birliği ve hesap verilebilirlik görüşü sağlamaktadır (Le Blanc, 2015).

Hayatın düzen ve adalet için sürmesi temel yaşamsal bir gerekliliktir. Bu bakımdan bireyler tüm yaşamsal kaynaklara ulaşabilse bile güven içinde hayat sürmesi için barışın, adil hukuk sisteminin, insan haklarının, işlevsel kurumların varlığı önemlidir. Bunun için *SKA 16 olarak tanımlanan Barış, Adaletin ve Güçlü Kurumlar hedefinin* bulunması da sürdürülebilir kalkınma için amaçtır.

Son aşamada ise *SKA 17 olarak tanımlanan Amaçlar İçin Ortaklık hedefi* ise, sürdürülebilir kalkınma için küresel ölçekte bir amaç birliğine varılması ise tüm süreci bağlayan bir sürdürülebilir kalkınma amacıdır (UNDP, 2021). Sürdürülebilir gelişim amaçları çevresel, sağlık, sosyal eşitlik ve adalet, eğitim, ekonomik ve güvenlik ile ilgili konularda dünya çapında zorlukları göstermek için tasarlanmıştır (Modgil vd., 2020).

2.3 Endüstri 4.0

Tarihsel akış doğrultusunda değişim dinamiklerini daima doğasında barından endüstriyel gelişimin ilk aşaması Endüstri 1.0 dönemi, tamamen doğrusal ekonomi bağlamında buhar gücü yoluyla insanların yönettiği kitlesel üretim makinelerinin kullanımı ve bu kitlesel üretimin devamlı yeni hammadde kullandığı sürekli tüketim ile bu tüketimin getirdiği ekonomik büyümeye dayalıdır. (Yücebalkan, 2020).

Buharlı taşıtların kullanımı insan ve mal/hizmet akışını hızlandırırken bir yandan da küreselleşmenin temelleri atılmıştır (Güleryüz ve Duygulu, 2020).

19. yüzyıl sonlarında başlayan Endüstri 2.0 dönemi iki dünya savaşına sahne olan ama hızla dijitalleşmeye ilerleyen bir süreç olarak kabul görmektedir. İleri mekanik teknolojinin getirdiği sınırsız üretim kapasitesi endüstrinin başını döndürmüş ve doğal kaynakların doğrusal ekonomi bazlı sınırsız kullanımı teşvik etmiştir. 20. Yüzyıl sonlarına denk gelen Endüstri 3.0 ise analog devri kapatıp dijital devri açarken, bu dönüşüm daha çok üretim tekniği aşamasında kalmış ve gerek hammadde gerekse de ekonomi döngüsellğine beklenen düzeyde yansımayan bir dönüşüm olmuştur. Bunun yanı sıra bu dönem Endüstri 4.0 için temel hazırlarken, bu temele giden gelişmeler yavaş yavaş uyanmaya başlayan döngüsellik bilinci için başlangıç noktası yaratmıştır.

21. yüzyıl'a gelindiğinde geçmişin popüler ekonomik bakışı ve bu bakışın günümüze kadar uzanan mirası olan sınırsız kaynak kullanımının getirisi ile her geçen gün küresel ısınma, iklim felaketleri, küresel pandemiler gibi olumsuzluklar yüzünden yerküre alarm vermiştir. İşte böyle bir dönemde ele alabileceğimiz Endüstri 4.0 nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut teknoloji gibi mekânsız, somut kaynak kullanımını minimum düzeyde tutan ve büyük ölçüde soyut bir üretim biçimi sunmaktadır (Yücebalkan, 2020).

2.4 Sürdürülebilir Kalkınmanın Endüstri 4.0 Üzerindeki Etkisi

Ortaya çıkışı teknoloji merkezli bir ekonomi politikası olan ve 2011 Almanya/ Hannover Fuarı'na uzanan Endüstri 4.0 insan-insan ve insan-makine etkileşimlerini içinde barındırmakla beraber makinelerin kendi aralarında da bir etkileşim içinde olmasına zemin hazırlayan bir dijital dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Endüstri 4.0'a uzanan tarihsel süreçte Endüstri 0 dönemi yığın üretim yapılamayan, adetli

el üretimi üzerine kurulu doğal kaynakları (dönemin koşullarına bağlantılı olarak) nispeten daha az tüketen bir süreç olarak karşımıza çıkarken, dögüsel ekonomiye ihtiyaç duyulan dönemin asıl başlangıcı 18. yüzyıl'da İngiltere'de ortaya çıkan Sanayi Devrimine dayanmaktadır. (Gülyüz ve Duygulu, 2020).

Sanayi Devrimi ile eş zamanlı ilerleyen Endüstri 1.0 döneminden bugüne, yer kürenin kaynaklarının sınırsız olmadığına ilişkin farkındalık zaman zaman kısmen var olsa da bu farkındalığın dögüsel ekonomi gibi ekoller vasıtasıyla uygulamaya konmasının önemi geç fark edilmiştir (Yücebalkan, 2020). Kaynak koruma bilincinin yaygınlaşmasında Endüstri 4.0 dögüsel ekonomi için bir araç oluştururken, aynı zamanda da endüstrinin evrim sürecinde en çevreci ayağı olarak düşünölebilmektedir.

Endüstri 4.0'ın hizmet edeceği düşünölen anlayış ile taban tabana zıt olan Endüstri 1.0 döneminin hâkim paradigması olan, sınırsız doğal kaynak varlığı çerçevesinde sürekli büyüme ve buna uygun doğrusal ekonomi anlayışının, gezegende varlığını daha fazla sürdürmemesi gerekliliği özellikle COVID-19 küresel pandemisi döneminde çok daha fazla anlaşılmıştır. Gezegeni korumak için her tür süreci dögüsel çemberde ele alıp sürdürölebilir ekonomiler ile hayatı sürdürölebilir kılmak adına çevreci politikaların önemsenmesi gereği önemli bir gerçek olarak dögüsel ekonomiye geçiş ivme katmıştır. (Çetin ve Yılmaz, 2021).

Doğal sermaye olarak nitelendirebileceğimiz kaynakların sınırsız olduğu bakış açısının çöküşü, dögüsel ekonominin yükselmesi için zemin hazırlarken Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni dönem bu süreci teknik olarak hızlandırabilecek bir nitelik taşımaktadır. Sürdürölebilir kalkınmayı gerçekleştirme yöntemi olarak konumlandığımız dögüsel ekonomi ile Endüstri 4.0 arasında bulunan ilişkinin temeli bah-

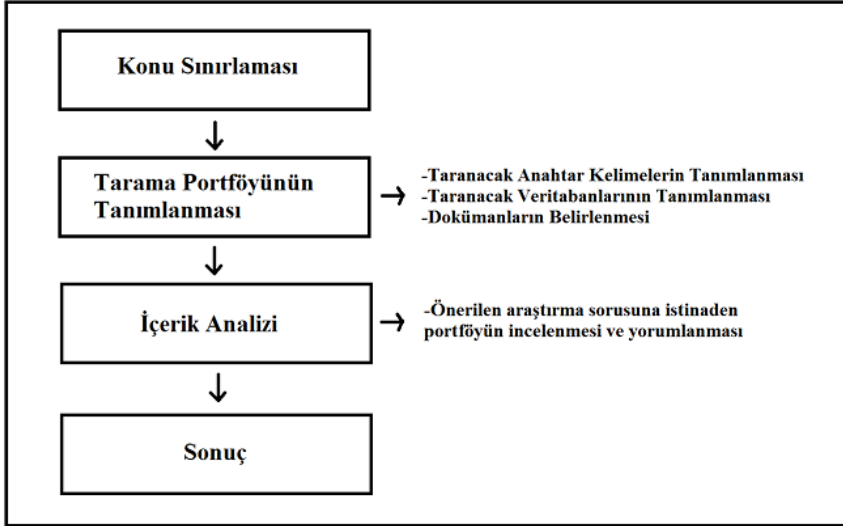
settiğimiz gibi değişen üretim yapısının dönüştüğü dijitallik kavramına dayanmaktadır (Güteryüz ve Duygulu, 2020).

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, “Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmaya nasıl katkıda bulunabilir?” araştırma sorusuna cevap bulmak amacı ile mevcut literatürde Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Döngüsel Ekonomi (DE) ve Endüstri 4.0 (E4.0) konseptleri ve anahtar kelimeleri farklı veri tabanları aracılığı ile sistematik literatür taraması modeli ile incelenmiştir. Bu araştırmada, Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0 uygulamalarının birleşimi olan DE-İ4.0’ın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını gerçekleştirmede nasıl katkı sağlayacağını belirlemek yönünde etki faktörü 2’nin üzerinde olan, 11 yayınevine ait 38 dergide; 2015-2020 yılları arasında yayınlanmış 75 makale incelenmiştir.

Fink’e (2005) göre literatür taraması, mevcut bilimsel yayınları tanımlamak, değerlendirmek ve yorumlamak için sistematik ve tekrarlanabilir bir araştırma modelidir. 2004 yılında Kitchenhan tarafından formüle edilen, sonrasında ise Barros ve meslektaşları tarafından sadeleştirilen sistematik literatür taraması modeli, açıkça belirtilen bir sorun adına literatürün, araştırma portföyüne dahil çalışmalardan data toplanarak ve analizleri için açık ve sistematik metotlar kullanılarak gözden geçirilmesidir.

Literatür tarama modeli Barros ve meslektaşlarının 2019’da tasarladığı şekilde kullanılmıştır. Model 4 adımdan oluşmakta olup, araştırmaya uyarlanan adımları sırası ile aşağıda paylaşılmıştır. Figür 1’de araştırmanın modeli belirtilmiştir.

Figür 1: Literatür Taraması Metodolojisi

Konu sınırlaması; Araştırma sorusuna istinaden, literatür taraması portföyüne dâhil edilen makaleler, döngüsel ekonomi ve/veya endüstri 4.0'ın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşmada nasıl yardımcı olduğunu analiz etmektedir. Araştırmaya İngilizce olarak yayımlanmış, hakemli dergilerin makaleleri dâhil edilmiştir. Literatür taraması süreci 2021 yılı, ağustos ayında başlamış olup, ilgili anahtar kelimeleri içeren, tarama kriterlerine uyan tüm makaleler araştırma portföyüne dâhil edilmiştir.

Sistemantik literatür taraması modelinin ilk adımı olan konu sınırlaması sonrası, tarama portföyü belirlenmelidir. 3 adımdan oluşan tanımlama işlemi aşağıda ayrıntılı olarak listelenmiştir.

Tarama Portföyünün Tanımlanması;

Adım1: Taranacak Anahtar Kelimelerin Tanımlanması; Bu araştırmada DE veya E4.0 ile SKH arasındaki bağlantıya odaklanan makaleler ele alınmış olup, toplamda 12 adet anahtar kelime taratılmıştır. İlgili veritabanlarında tarama yaparken kullanılan anahtar keli-

meler; “sustainable development goals”, “SGD”, “industry 4.0”, “I4.0”, “circular economy “,” CE”, “sustainability” , “sustainable development” ,” internet of things” , “iot” , “smart manufacturing” ,” smart industry”.

Adım2: Taranacak Veri Tabanının Tanımlanması; Scopus ve Web of Science veri tabanları, bu araştırma alanındaki kapsamlılıkları nedeniyle seçilmiştir. Diğer veri tabanlarıyla karşılaştırıldıklarında, ilgili iki veri tabanı önemli ölçüde daha fazla sonuç vermiş olup, arama bir önceki konuda belirtilen anahtar kelimeler ve kriterlere göre yapılmıştır.

Adım3: Dokümanların Belirlenmesi; Tarama kriterlerine istinaden veri tabanları aracılığı ile tüm makaleler belirlendikten sonra, yayınlar elektronik tablolara aktarıldı ve içerik analizi için seçilen kriterlere göre düzenlendi. Çalışmada kullanılan tüm yayınların ayrıntılı listesi Ek- A olarak çalışmanın sonunda paylaşılmıştır.

İçerik Analizi; Araştırmaya dâhil edilecek tüm yayınlar elektronik tablolarda derlendikten sonra, nihai portföyün içerik analizine başlandı. Yayınlardaki DE ve E4.0 kombinasyonları incelenerek, SKA’ların hangilerinin gerçekleştirilmesine katkı sağladıkları yorumlandı.

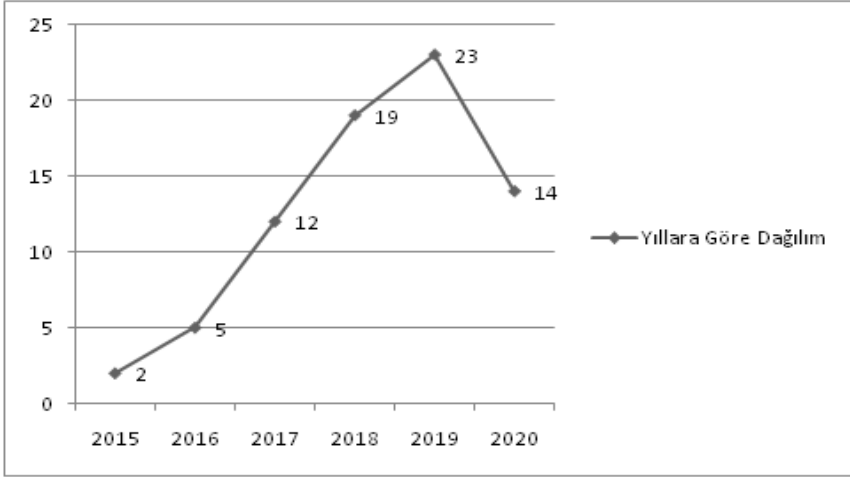
4. BULGULAR

Tablo 1’de, gerçekleştirilen literatür taramasında bulunan 11 yayınevine ait 75 makale gösterilmektedir. Tarama protokolü uygulandıktan ve üç aşamalı inceleme sürecinden sonra toplam 75 makale yorumlanmak üzere seçilmiştir. Literatür taraması sonucunda elektronik tablolara eklenen, 16 makale çeşitli sebeplerle araştırmada hariç tutulmuştur. Sonrasında, netleşen portföyde gerçekleştirilen içerik analizi ve yayın eğilimleri incelemesi ile, döngüsel ekonomi uygulamaları ve Endüstri 4.0 teknolojilerine ilişkin sonuçlar yorumlanmıştır.

Tablo 1: DE ve E4.0 Kavramlarının Yayınevi ve Yıllara Göre Kullanım Sıklığı

Yayınevi	Etki Faktörü Aralığı	Dergi Sayısı	Yayınlandıkları Yıl Aralığı
Elsevier	14.982- 2.214	20	2016-2020
BMC	3.031	1	2019
Emerald	7330	1	2019
IRCS	5301	1	2018
MDPI	11.236-2.679	5	2018-2020
Perspective	9.650	1	2019
Springer	4.141-3.056	4	2015-2019
Taylor & Francis	4.577-3.149	3	2019
Wiley Periodicals	6.946	1	2017
Yale University	6.847	1	2018
Wiley Online Library	4.082	1	2015-2016

Grafik 1’de makalelerin 2015-2020 yılları arasında göstermiş olduğu dağılım belirtilmiştir. 2019 yılında altı katına çıkan yayın sayısı (12 yayın), 2019 yılında on katına çıktığı görülmektedir (23 yayın). Tarama kriterlerine istinaden oluşturulan elektronik tablolarda, bu araştırmanın iki temel başlığından biri olan, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve/veya Döngüsel Ekonomi ile ilişkilendirmeye yönelik yapılan ilk girişimin 2015 yılında Springer yayınevi tarafından yapıldığını görülmektedir. Bu süreçte hem döngüsel ekonomi hem de Endüstri 4.0’ın sürdürülebilir kalkınma ile bağlantıları ve hedeflere ulaşmaya katkıda bulunma potansiyelleri, akademisyenler arasında önem kazanmıştır (Manavalan ve Jayakrishna, 2019; Schroeder vd., 2019).

Grafik 1: Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

Tablo 2’de 11 yayınevine ait 75 makalenin içerik analizi ve yayın eğilimleri incelemesi ile, döngüsel ekonomi (DE) uygulamaları ve Endüstri 4.0 (I4.0) teknolojilerine ilişkin sonuçları gösterilmektedir. Araştırma bulgusuna göre DE ve I4.0 bağlantısının UNDP (2021)’in belirlediği 17 SKA arasından, SKA 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji), SKA 8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme), SKA 9 (Sanayi Yenilikçilik ve Altyapı), SKA 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar), SKA 12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim) ve SKA 13 (İklim Eylemi)’e doğrudan fayda sağladığını göstermektedir. Kendi içerisinde belirtilmiş olan 6 SKA yeniden incelendiğinde, 75 makale için SKA 9 (Sanayi Yenilikçilik ve Altyapı) ve SKA 12’nin (Sorumlu Üretim ve Tüketim) daha çok öne çıktığı gözlemlenmiştir. SKA 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) ise söz konusu 6 amaç arasında en az konu edinilen amaç olarak dikkat çekmektedir.

Tablo 2: Makale İçeriklerine Göre Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0 için SKA Dağılımı

	SKA-7	SKA-8	SKA-9	SKA-11	SKA-12	SKA-13
Makale 1	X	X	X			
Makale 2					X	
Makale 3			X	X		
Makale 4			X	X	X	
Makale 5	X				X	
Makale 6		X	X		X	
Makale 7		X	X			
Makale 8		X			X	
Makale 9		X	X		X	
Makale 10	X	X	X		X	X
Makale 11	X	X	X	X	X	X
Makale 12	X	X	X	X	X	X
Makale 13	X				X	
Makale 14	X	X	X	X	X	X
Makale 15		X	X	X	X	X
Makale 16	X		X	X	X	X
Makale 17	X	X	X	X	X	X
Makale 18	X		X			X
Makale 19	X				X	X
Makale 20			X		X	
Makale 21			X		X	
Makale 22			X		X	X
Makale 23	X	X	X		X	X
Makale 24			X		X	
Makale 25	X	X	X		X	X
Makale 26	X	X	X			X
Makale 27	X				X	X
Makale 28			X		X	
Makale 29	X	X			X	X
Makale 30		X	X		X	X
Makale 31		X	X	X		
Makale 32		X	X	X	X	
Makale 33	X	X			X	X
Makale 34	X			X	X	X
Makale 35	X					X
Makale 36	X	X	X		X	X
Makale 37	X		X	X	X	
Makale 38	X			X		X
Makale 39		X			X	
Makale 40		X	X			X
Makale 41		X	X			
Makale 42		X	X	X		
Makale 43		X	X	X		
Makale 44		X	X			
Makale 45		X	X	X	X	
Makale 46	X		X	X	X	X
Makale 47	X		X	X		X
Makale 48		X	X		X	
Makale 49		X	X			
Makale 50		X	X		X	
Makale 51	X			X		X
Makale 52		X	X		X	
Makale 53			X	X	X	
Makale 54		X	X	X		X
Makale 55	X			X		X
Makale 56	X	X	X		X	
Makale 57		X	X		X	
Makale 58	X			X	X	X
Makale 59	X		X	X	X	X
Makale 60		X	X	X	X	
Makale 61		X	X		X	
Makale 62		X			X	X
Makale 63	X	X	X	X	X	
Makale 64		X	X		X	
Makale 65			X		X	X
Makale 66		X	X	X	X	X
Makale 67		X			X	X
Makale 68			X	X	X	X
Makale 69			X		X	X
Makale 70		X				
Makale 71		X				
Makale 72					X	
Makale 73	X		X	X		
Makale 74		X	X			
Makale 75	X	X				X
	32	46	55	29	52	35

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Gündem 2030, dünyanın geleceğini ilgilendiren en öncelikli konulara ilişkin, değişimi ve gelişimi teşvik eden bir araç olarak oluşturulmuştur. Gündem 2030'un herkesi kapsar nitelikte olması amacıyla, hükümetleri, kurumları ve sivil toplum örgütlerini, sürdürülebilir kalkınmaya ve sürdürülebilir gelecek algısına yönlendirmek amacı ile birbirine bağlı hedefler listesi olan 17 SKA kurgulanmıştır. Aynı zamanda endüstri 4.0 ve teknolojinin de gelişimi ile, doğrusal ekonomi

algısının aksine, hızla gelişmekte olan döngüsel ekonomi konsepti de dünya gündeminde kendisine çokça yer bulmaya başlamıştır. Bu bilgiler ışığında, bu araştırma sistematik bir literatür taramasıyla bu üç konuyu birbirine bağlamayı, döngüsel ekonomi (DE) ve Endüstri 4.0 (E4.0) kombinasyonunun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına nasıl katkıda bulunabileceğini araştırmayı amaçlamıştır. Yapılan sistematik literatür taraması sonucunda, sürdürülebilir çözümlere ulaşma yolları olarak hem DE'nin hem de E4.0'ın pratik uygulamalarına artan bir ilgi olduğu görülmektedir. DE-E4.0 kombinasyonu, SKA7, SKA8, SKA 9, SKA11, SKA12 ve SKA13 (Tablo 2) hedeflere doğrudan fayda sağlamaktadır. Belirtilmiş olan 6 SKA yeniden incelendiğinde, 75 makale için SKA 9 (Sanayi Yenilikçilik ve Altyapı) ve SKA12'nin (Sorumlu Üretim ve Tüketim) öne çıktığı; SKA11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) hedefinin ise söz konusu 6 amaç arasında DE-E4.0 kombinasyonunda en az konu edinilen amaç olarak dikkat çekmektedir.

Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda; DE-E4.0 kombinasyonunun, sürdürülebilir uygulamaların ve çözümlerin daha da geliştirilmesi için önemli yere sahip olduğu ve nihayetinde belirli SKA'ların gerçekleştirilmesine katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, bu araştırma akademisyenler, organizasyonlar ve devlet politikalarına yön verenler için bir rehber görevi göreceği düşünülmektedir. Bölüm 4'te ortaya konan bulgular, DE-E4.0 kombinasyonu sonucunda ele alınacak belirli hedefleri işaret etmekte olup, paydaşlara DE ve E4.0'ın sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesi için nasıl ortak bir platform oluşturabileceğine dair daha geniş bir perspektif sunmaktadır.

Gerçekleştirilen literatür taramasına istinaden, SKA9; sürdürülebilir sanayileşmeyi ve yenilikçiliği teşvik etmek için gerekli yapıyı inşa etmeyi amaçladığından, I4.0 konsepti ile doğrudan ilişkili olan SKA

olarak gözlemlenmiştir. SKA9 aynı zamanda Endüstri 4.0'ın çekirdeğini oluşturan teknolojik sistemlerin gelişmesinde de yenilikçiliği desteklemesinden mütevellit en bağlantılı olanıdır. İlgili sistemler, üretim süreçlerini optimize ederek ve endüstriyel düzeyde enerji ve malzeme kaynaklarını daha iyi kullanarak SKA9 hedefine ulaşılmasını teşvik eder (Modgil vd., 2020). Bu nedenle, SKA9'un hedeflediği yenilikçilik ve altyapı algısının, döngüsel ve sürdürülebilir çözümleri ve süreçleri geliştirmek için mükemmel bir ortam olan DE-E4.0 kombinasyonu için çok önemli bir itici güç olduğunu görülmektedir (Bonilla vd., 2018).

SKA12, döngüsel ekonominin temel konseptlerine ilişkin en uyumlu hedeflerden biri olarak tanımlanabilir. Örneğin, Avrupa Birliği, döngüsel ekonominin, sürdürülebilir tüketim ve üretim yöntemlerini teşvik etmeye yönelik bir çözüm olduğunu ve dolayısıyla SKA12 tarafından belirlenen hedeflere ulaşılmasına doğrudan katkıda bulunduğunu belirten bir eylem planı yayınladı (Rodriguez-Anton vd., 2019). Bu nedenle, yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, atık önleme ve güvenli imha adımları döngüsel ekonominin en öne çıkan uygulamaları olup, SKA12'nin de göz ardı edilemez hedeflerindedir (Priyadarshini ve Abhilash, 2020). Ayrıca döngüsel ekonomi, sürdürülebilir üretimin de ötesine geçer ve sorumlu tüketim konusunda da fayda sağlar. Günümüzde organizasyonlar Endüstri 4.0'ın da gelişimi ile ortaya çıkan bu faydadan mütevellit, Dijitalleşme ve Hizmet Olarak Platform (PaaS) konsepti etrafında yapılandırılan döngüsel iş modellerini de sıklıkla tercih etmektedir. Reuter'in da (2016) belirttiği üzere, PaaS üzerine inşa edilen iş modelleri genellikle hizmetlerin dijitalleştirilmesine dayandırılır ve daha büyük kitlelere hizmet sağlamak için gereken kaynak miktarını daha da azaltmaya yardımcı olur.

Bu araştırma literatürde Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0'ı sistematik literatür taraması yöntemi ile ele alan ilk araştırmalardan biri olarak kabul edilebilir. Bu nedenle, gelecekte yapılacak araştırmalar için, öncelikli olarak başlangıç noktalarından biri olarak kabul edilebileceğinden, sonraki çalışmalarda da sera gazı emisyonu, yeni iş yaratma, yeni üretim modelleri gibi farklı perspektiflerden değerlendirmek anlamında literatürdeki boşluklara odaklanılabilir.

Kaynakça

Barros, M.V., Salvador, R., Piekarski, C.M., de Francisco, A.C., 2019. Mapping of main research lines concerning life cycle studies on packaging systems in Brazil and in the world. *Int. J. Life Cycle Assess* 24, 1429–1443.

Bonilla, S.H., Silva, H.R.O., Silva, M.T., Gonçalves, R.F., Sacomano, J.B., 2018. Industry 4.0 and sustainability implications: a scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Sustainability* Çelebi, I. (2019). 50 Soruda Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri. İstanbul: Altınbaş Üniversitesi Yayınları.

Çetin, M. (2020). Ekonomide Zorunlu Dönüşüm: Doğrusal Ekonomiden Sirküler Ekonomiye Geçiş. *Journal Of European Theoretical and Applied Studies*, 8(2), 1-37.

Çetin, M., & Yılmaz, G. (2021). Pandemilerin Sürekliliği Tehlikesine Karşı Döngüsel. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 225-255.

Fink, A., 2005. *Conducting Research Literature Reviews: From Paper to the Internet*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA .

Gülyüz, Ö., & Duygulu, E. (2020). Endüstri 4.0 ve Döngüsel Ekonomi İlişkisi. *F. Sayın (Dü.) içinde, Döngüsel Ekonomi Makro ve Mikro İncelemeler* (s. 361-386). Ankara: Nobel.

Koyuncu, T., & Karabulut, T. (2021). Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Enerji: Ampirik Bir Çalışma. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 17(2), 467.

Le Blanc, D. (2015). Towards Integration at Last? The Sustainable Development Goals as a Network of Targets. *Sustainable Development*, 23, 176-187. doi:10.1002/sd

Lee, S. (2020). Role of social and solidarity economy in localizing the sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 27(1), 65-71.

Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). An analysis on sustainable supply chain for circular economy. *Procedia Manufacturing*, 33, 477-484.

Modgil, S., Gupta, S., & Bhushan, B. (2020). Building a living economy through modern information decision support systems and UN sustainable development goals. *Production Planning & Control*, 31(11-12), 967-987.

Pearce, D., & Turner, K. (1990). *Economics of Natural Resources and The Environment*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Pricewaterhouse Coopers. (2021, Eylül 4). Pricewaterhouse Coopers. www.pwc.com.tr:

Priyadarshini, P., Abhilash, P.C., (2020). Circular economy practices with in energy and waste management sectors of India: a meta-analysis. *Bioresour. Technol.* 304. doi: 10.1016/j.biortech.2020.123018

Reuter, M.A., 2016. Digitalizing the Circular Economy: circular Economy Engineering Defined by the Metallurgical Internet of Things. *Metall. Mater. Trans. B* 47, 3194–3220.

Rodriguez-Anton, J. M., Rubio-Andrada, L., Celemin-Pedroche, M. S., & Alonso-Almeida, M. (2019). Analysis of the relations between circular economy and sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(8), 708-720. doi:10.1080/13504509.2019.1666754

Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 77-95.

TDK. (2021, Eylül 4). Türk Dil Kurumu Sözlükleri.
www.sozluk.gov.tr: <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı

UNDP. (2021, Eylül 09). United Nations Development Programme.

www.tr.undp.org:<https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html> adresinden alındı

Yücebalkan, B. (2020). Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a Geçiş Sürecine Genel Bakış. *Pearson Journal Of Social Sciences & Humanities*, 5(9), 241-250

The Impact of Circular Economy and Industry 4.0 on Achievement of Sustainable Development Goals: A Systematic Literature Review

The circular economy, an idea that has gained momentum since the 1970s, refers to a closed-loop material flow system that results from reusing, sharing, repairing, recycling, and refurbishing existing products and materials within an economy. Thus, the circular economy is a tool for the definition and concrete implementation of the concept of sustainability. While carrying out the mentioned implementation, it is expected to receive support from concept of industry 4.0 and technological developments. Industry 4.0 offers a largely intangible form of production, such as the internet of things, artificial intelligence, cloud technology, which keeps the use of concrete resources to a minimum. Sustainable Development Goals (SDGs), determined by the United Nations Development Program; is a set of strategies designed to promote sustainable practices and solutions that address the fundamental problems our society faces. At the same time, Circular Economy (DE) and Industry 4.0 (I4.0) gain great importance day by day with their development potential in realizing 17 related goals. In this study, the basis of the relationship between the circular economy, which we position as the method of realizing sustainable development, and Industry 4.0 is based on the concept of digitality, in which the changing production structure is transformed. This re-

search aims to find answers to “How do the Circular Economy (CE) and Industry 4.0 (I4.0) contribute to achieving the Sustainable Development Goals (SDG)?” by performing a Systematic Literature Review by scanning the SDG, CE, and I4.0 concepts and keywords in various databases in the existing literature. 75 articles published between 2015 and 2020 in 38 journals of 11 publishers with an impact factor of more than 2 were examined to determine how DE-I4.0, which is a combination of CE and I4.0 applications, will contribute to the achievement of SDGs. The Systematic Literature Review model was used as designed by Barros et al. in 2019. After the screening protocol and three-stage review process, 75 articles were selected for interpretation. With the content analysis and publication trends analysis carried out in the portfolio, the results of CE applications and I4.0 technologies were interpreted. As a result of the systematic literature review, it is seen that there is an increasing interest in the practical applications of both DE and E4.0 as ways to reach sustainable solutions. It was determined that the combination of DE-I4.0 directly benefits the achievement of the targets of SDG7, SDG8, SDG9, SDG11, SDG12, and SDG13. When the mentioned 6 SDGs were re-examined, SDG 9 (Industry Innovation and Infrastructure) and SDG 12 (Responsible Consumption and Production) stood out for 75 articles; The goal of SDG 11 (Sustainable Cities and Communities) draws attention as the least mentioned goal in the combination of DE-E4.0 among these 6 goals. This research can be considered as one of the first studies in the literature that focused on the combination of the SDG, CE, and I4.0 by performing content analysis. It is thought that there are some gaps in the literature in terms of evaluating from different perspectives such as greenhouse gas emissions, new job creation, new production models for future research.

EK-A

Yayınevi	Etki Oranı	Makale No	Dergi Adı	DOI Numaraları
Elsevier	14.982	1	Renewable and Sustainable Energy Reviews	10.1016/j.rser.2018.10.014
MDPI	11.236	2	Water	10.3390/w12051431
Elsevier	10.204	3	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2019.104581
Elsevier	10.204	4	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2019.104583
Elsevier	10.204	5	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2019.104441
Elsevier	10.204	6	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2019.01.025
Elsevier	10.204	7	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2019.104438
Elsevier	10.204	8	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2017.07.025
Elsevier	10.204	9	Resources, Conservation and Recycling	10.1016/j.resconrec.2016.12.003
Elsevier	10.204	10	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2019.104406
Elsevier	10.204	11	Resources, Conservation & Recycling	10.1016/j.resconrec.2017.09.005
Perspective	9.650	12	Nature Sustainability	10.1038/s41893-019-0334-y
Elsevier	9.297	13	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2015.12.042
Elsevier	9.297	14	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2016.10.196
Elsevier	9.297	15	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2020.120112
Elsevier	9.297	16	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2019.118798
Elsevier	9.297	17	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2019.02.269
Elsevier	9.297	18	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2018.09.242
Elsevier	9.297	19	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2015.09.007
Elsevier	9.297	20	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2017.11.207
Elsevier	9.297	21	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2018.09.244
Elsevier	9.297	22	Journal of Cleaner Production	10.1016/j.jclepro.2019.118198
Elsevier	8.310	23	International Journal of Production Economics	10.1016/j.ijpe.2020.107776
Elsevier	8.001	24	RenewableEnergy	10.1016/j.renene.2019.12.132
Elsevier	7.963	25	Science of the Total Environment	10.1016/j.scitotenv.202

				0.136998
Elsevier	7.963	26	Science of the Total Environment	10.1016/j.scitotenv.2016.05.084
Elsevier	7.963	27	Science of the Total Environment	10.1016/j.scitotenv.2020.138111
Elsevier	7.963	28	Science of the Total Environment	10.1016/j.scitotenv.2019.135859
Elsevier	7.635	29	Computers in Industry	10.1016/j.compind.2019.06.006
Elsevier	7.635	30	Computers in Industry	10.1016/j.compind.2017.04.002
Elsevier	7.553	31	Engineering	10.1016/J.ENG.2017.05.015
Elsevier	7.539	32	Bioresource Technology	10.1016/j.biortech.2020.123018
Emerald	7.330	33	Journal of Manufacturing Technology Management	10.1108/JMTM-03-2018-0071
Elsevier	7.145	34	Waste Management	10.1016/j.wasman.2018.09.047
Elsevier	6.984	35	Current Opinion in Environmental Sustainability	10.1016/j.cosust.2018.11.005
WileyPeriodicals	6.946	36	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12603
WileyPeriodicals	6.946	37	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12606
Yale University	6.946	38	Journal of Industrial Ecology	10.1111/jiec.12732
Elsevier	6.158	39	Process Safety and Environment Protection	10.1016/j.psep.2018.06.026
Elsevier	5.846	40	Technological Forecasting & Social Change	10.1016/j.psep.2018.06.026
Elsevier	5.431	41	Computers & Industrial Engineering	10.1016/j.techfore.2017.09.010
Elsevier	5.431	42	Computers & Industrial Engineering	10.1016/j.cie.2018.11.030
IRCS	5.301	43	Sustainability Science	10.1016/j.cie.2019.106128
Taylor & Francis	4.577	44	International Journal of Production-Research	10.1007/s11625-018-0627-5
Elsevier	4.481	45	Food and Bioproducts Processing	10.1080/00207543.2019.1660828
Elsevier	4.410	46	Bioresource Technology Reports	10.1016/j.fbp.2019.10.014
Springer	4.141	47	J BusEthics	10.1016/j.biteb.2019.10.0277
Wiley Online Library	4.082	48	Sustainable Development	10.1007/s10551-015-2693-2
Wiley Online Library	4.082	49	Sustainable Development	10.1002/sd.1582
Elsevier	3.673	50	Forest Policy and Economics	10.1002/sd.1623
Taylor & Francis	3.605	51	Production Planning & Control The Management of Operations	10.1016/j.forpol.2018.12.004

Springer	3.534	52	The International Journal of Life Cycle Assessment	10.1080/09537287.2019.1695916
MDPI	3.251	53	Sustainability	10.1007/s11367-018-1573-2
MDPI	3.251	54	Sustainability	10.3390/su10103740
MDPI	3.251	55	Sustainability	10.3390/su12072898
MDPI	3.251	56	Sustainability	10.3390/su12114674
MDPI	3.251	57	Sustainability	10.3390/su12114574
MDPI	3.251	58	Sustainability	10.3390/su12051976
MDPI	3.251	59	Sustainability	10.3390/su11133512
MDPI	3.251	60	Sustainability	10.3390/su11236661
MDPI	3.251	61	Sustainability	10.3390/su10020535
MDPI	3.251	62	Sustainability	10.3390/su9091603
Springer	3.219	63	Environment, Development and Sustainability	10.3390/su10051401
MDPI	3.167	64	System	10.1007/s10668-020-00718-w
Elsevier	3.167	65	Computer Communications	10.3390/systems7030043
Taylor & Francis	3.149	66	International Journal of Sustainable Development & World Ecology	10.1016/j.comcom.2018.02.007
Taylor & Francis	3.149	67	International Journal of Sustainable Development & World Ecology	10.1080/13504509.2019.1670274
Springer	3.056	68	Environ Sci Pollut Res	10.1080/13504509.2019.1666754
Springer	3.056	69	Environ Sci Pollut Res	10.1007/s11356-017-8574-8
BMC	3.031	70	Globalization and Health	10.1007/s11356-014-3287-8
MDPI	2.702	71	Energies	10.1186/s12992-019-0532-4
Elsevier	2.702	72	International Conference on Power and Energy Systems Engineering	10.3390/en12030498
MDPI	2.679	73	Applied Sciences	10.1016/j.egypro.2018.11.133
Elsevier	2.214	74	Futures	10.3390/app8020219
Elsevier	2.214	75	Futures	10.1016/j.futures.2018.09.001

||Beyan ve Açıklamalar/Disclosure Statements ||

1. Bu çalışmanın yazarı, **Bilgi Dergisi**'nce beyan edilen araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduğunu beyan etmektedir (The author confirms that his work complies with the principles of research and publication ethics announced by **Bilgi**).
2. Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir ve araştırmadan herhangi bir üçüncü şahıs/kurumun etkilenebileceğine dair bildirim bulunmamaktadır (No potential conflict of interest and the research's effects on any person/institution was reported by the author).
3. Makalenin tamamının Esin Yücel **KARAMUSTAFA**, Burcu **ARSLAN** ve Kağan **BEŞOĞUL** tarafından kaleme alınmış olduğu bildirilmiş ve herhangi bir ilave beyan/teşekkür yapılmamıştır (It was reported that the article was written by Esin Yücel **KARAMUSTAFA**, Burcu **ARSLAN** and Kağan **BEŞOĞUL** as no additional notification/acknowledgement has been made).