

## **Döngüsel Ekonomi Performans Ölçümü Üzerine Bir Araştırma<sup>1</sup>**

**Murat SÜRME**

orcid.org/0000-0002-0236-2836

Bilim Uzmanı, Karabük Üniversitesi  
Science Specialist, Karabük University  
muratsurmen61@hotmail.com

**Meltem ECE ÇOKMUTLU**

orcid.org/0000-0002-5260-3925

Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, İşletme Fakültesi  
Assist. Prof. Dr., Karabük University, Business Faculty  
meltemece@karabuk.edu.tr

### **Öz**

Günümüz ekonomi anlayışı olan doğrusal ekonomi (al-kullan-at) modelinde kıt kaynakların büyük oranda tüketildiği ve israf edildiği görülmektedir. Bu ekonomi anlayışına alternatif bir görüş olarak ortaya atılan döngüsel ekonomi modeli ise kaynakları mümkün olduğunca uzun süre ekonomi içinde tutan, fiziksel kaynakların katma değerini koruyan, hammadde tüketimini, atığı ve değer zinciri risklerini en aza indirmeyi amaçlayan yeni bir ekonomi modelidir. Bu çalışmada, döngüsel ekonomi modelinin ülkemizde farkındalığını ölçebilmek adına Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik Endeksine kote imalat işletmelerinin 2019, 2020 ve 2021 yılları için döngüsel

---

<sup>1</sup> Bu çalışma Murat SÜRME tarafından hazırlanan ve Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından kabul edilen yüksek lisans tez çalışmasından türetilmiştir.

ekonomi açıklamaları kullanılarak performans ölçülmesi amaçlanmıştır. İşletme düzeyinde belirlenen döngüsel ekonomi göstergeleri sürdürülebilirlik raporlarından İçerik Analizi yöntemi ile elde edilmiştir. Çalışmada performans ölçümü için ihtiyaç duyulan kriter ağırlıkları Entropi yöntemi ile elde edilmiş, performans sıralamaları TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır. Her üç yılda da CCOLA işletmesi en iyi döngüsel performansa sahip olan işletme olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Döngüsel Ekonomi, İçerik Analizi, TOPSIS, Entropi, Performans Ölçümü

## A Research on Performance Measurement of Circular Economy

### Abstract

In the linear economy (take-use-dispose) model, which is today's economic understanding, it is seen that scarce resources are consumed and wasted to a large extent. The circular economy approach, which is put forward as an alternative view to this understanding of economy, is a new economy model that keeps resources in the economy as long as possible, preserves the added value of physical resources, and aims to minimize raw material consumption, waste and value chain risks. In this study, in order to measure the awareness of the circular economy model in our country, it is aimed to measure the performance of the manufacturing industry enterprises included in the BIST Sustainability Index for the years 2019, 2020 and 2021 by using circular economy explanations. Circular economy indicators determined at the enterprise level were obtained

from the sustainability reports by the Content Analysis method. In the study, the criteria weights needed for performance measurement were obtained by the Entropy method, and the performance rankings were made by the TOPSIS method. In all three years, the CCOLA business was the one with the best cyclical performance.

**Keywords:** Circular Economy, Content Analysis TOPSIS, Entropy, Performance Measuring

### **Giriş**

Dünya üzerinde her yıl 100 milyar tonun üzerinde kaynak gidi olarak ekonomi içerisinde kullanılırken, bunların %60'tan fazlası atık olarak yine doğaya bırakılmaktadır. Ekonomik büyümeye odaklanarak çevresel tahribatı göz ardı eden bu yaklaşım doğrusal ekonomi modeli olarak ifade edilmektedir (Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020). Doğrusal ekonomi yaklaşımı, küresel ısınma, iklim değişikliği, emisyon artışı gibi günümüz çevre sorunlarına zemin hazırlayan büyüme odaklı bir neoklasik yaklaşımdır. Kıt doğal kaynakların aşırı kullanımının gelecekte birçok soruna neden olması muhtemeldir. Yine başta karbondioksit olmak üzere sera gazı emisyonlarının artışı ve atıkların çevreye verdiği hasarlar geri döndürülemez boyutlara ulaşmaktadır (Singh ve Ordonez, 2016; Sınn, 2016). Doğada bir sistemin çıktısının başka bir sistemin girdisi olarak kullanıldığı ve atığın oluşmadığı görülmektedir. Doğrusal ekonomi modeli ise al-kullan at anlayışı ile geri dönüşümü öncelemeden kaynakları verimli kullanmayan bir ekonomi modelidir. 2050 yılına kadar kaynak kullanımının küresel ölçekte üç kat artacağı beklenmektedir. Doğal kaynaklardaki aşırı kullanım, tüketim

oranlarındaki artışlar sadece büyüme odaklı bir ekonomi anlayışının daha fazla sürdürülemez olduğunu göstermektedir. Kaynak verimliliğini vurgulayan, atığı ve emisyonu azaltan, sektörler arası iş birliğini artıran daha kapsayıcı bir ekonomi modeline ihtiyaç duyulmaktadır (Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020).

Döngüsel ekonomi yaklaşımı zamanla doğrusal ekonomiye bir alternatif haline gelmiş yeni bir ekonomi yaklaşımıdır. Döngüsel ekonominin tanımı konusunda fikir birliği olmamakla birlikte, “kaynakların daha verimli kullanılması amacıyla, doğal kaynakların hızla tüketilmesini önlemeyi amaçlayan ve üretim kaynaklı atıkların minimum düzeyde üretilmesini sağlayan bir yaklaşım” olarak tanımlanabilir. Döngüsel ekonomi modeli doğrusal ekonomi modelinin sürdürülebilirlik temelindeki alternatifidir (Singh ve Ordonez, 2016). Kullanılan kaynakları optimize eden ve mümkün oldukça bir döngü içinde tutarak daha uzun süre kullanımını sağlayan yenileyici bir sistemdir (Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020).

Döngüsel ekonomi modeli ile daha az kaynak kullanımı, maliyetlerde azalma, daha rekabetçi ve sürdürülebilir işletmeler, emisyon, israf ve atıkta azalma gibi fırsatlardan söz konusu olmaktadır (Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020). İşletmelerin de bu fırsatlardan yararlanabilmeleri için döngüsel ekonomi ilkelerine uygun şekilde faaliyetlerini gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Döngüsel ekonomi ilkeleri literatürde 3R olarak kabul edilmiş olan kullanımı azalt (reduce), yeniden kullan (reuse) ve geri dönüştür (recycle) ilkelerinden oluşmaktadır. Bu ilkelere sonradan geri kazanım (recover), yeniden tasarla (redesign), yeniden düşün (rethinking), tamir etme (repair) gibi ilkeler de eklenerek işletmelerin ürün tasarımından başlayarak bir

döngü içerisinde faaliyetlerini gerçekleştirmesine olanak sunan ilkeler oluşturulmuştur (Yan ve Feng, 2014; Kirchherr, Reike, ve Hekkert, 2017; Reike, Vermeulen, ve Witjes, 2018).

İmalat işletmeleri faaliyetlerini gerçekleştirirken doğal kaynakları kullanan ve atıklarını, emisyonlarını yine doğaya bırakan işletmelerdir. Çevre ile etkileşim halinde olan bu işletmelerin iş yapış şekillerini döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde yeniden şekillendirmeleri sürdürülebilir olmalarının da ön koşulu olarak görülmektedir (Önder, 2018). Döngüsel ekonomi literatürü incelendiğinde daha çok makro (ülke) ve mezo (sektör) ölçekte döngüsel performans ölçümü yapıldığı görülmektedir (Fura, Stec ve Mis, 2022; Yılmaz, 2022). Mikro ölçekte (işletme düzeyinde) döngüsel performans ölçümü yapılmasının önemi de vurgulanmaktadır (Elia, Gnani ve Tornese, 2016; Moreno, Ormazabal, Alvarez ve Jaca, 2021). Bu gereklilikle bu çalışmada da BIST sürdürülebilirlik endeksinde faaliyet gösteren imalat sanayi işletmelerinin döngüsel ekonomi performansının ölçümü amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada işletmelerin kurumsal raporlarından İçerik Analizi yöntemi ile belirlenen göstergelere ilişkin veriler elde edilmiş ve TOPSIS ile işletme performansları sıralamaya tabi tutulmuştur.

### **1. Literatür Taraması**

Döngüsel ekonomi literatürü incelendiğinde, kavrama ilişkin literatür araştırmaları, ülke, sektör ve işletme ölçeğinde endeks önerileri, döngüsel gösterge modelleri ve performans ölçümüne ilişkin çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Döngüsel ekonomi literatüründen örneklere değinildiğinde Sauv , Bernard ve Sloan, (2016) çalışmalarında döngüsel ekonomi kavramını çevre bilimleri ve

sürdürülebilir kalkınma oluşumlarıyla karşılaştırılmışlardır. Azevedo, Godina ve Matias (2017) çalışmalarında üretim işletmelerinin sürdürülebilirliği ve döngüsellikinin ölçümü için beş aşamalı bir endeks önermişlerdir. Kirchherr vd, (2017) çalışmalarında 114 döngüsel ekonomi tanımını incelemişler ve bu kavramın literatürde en çok geri dönüşüm, azaltma ve yeniden kullanma kelimelerini karşıladığını vurgulamışlardır. Figge, Oebeles ve Offermans, (2017) çalışmalarında döngüsel ekonomi için göstergeler belirlemişlerdir. Önder (2018) çalışmasında sürdürülebilir kalkınma temelinde döngüsel ekonomi incelemesinde bulunmuştur. Corona, Shen, Reike, Carreon ve Worrell, (2019) çalışmalarında döngüsel ekonomiye ilişkin önceden tanımlanmış temellere dayalı olarak mevcut döngüsellik metriklerinin geçerliliğini değerlendirmenin gereksinimleri ve sürdürülebilirlik kavramına bağlı bir döngüsel ekonomi tanımı ve nasıl yapılacağına dair tavsiyelerde bulunmaktadır. Sassanelli, Rosa, Rocca ve Terzi, (2019) çalışmalarında döngüsel ekonomi performansını işletme düzeyinde ölçmek için gösterge önerilerinde bulunmuşlardır. Kristensen ve Mosgaard (2020) çalışmalarında, işletme düzeyinde döngüsel ekonomi göstergelerine ilişkin önerilerde bulunmaktadır. Fura ve diğerleri (2020) çalışmalarında Eurostat göstergelerini kullanarak 28 Avrupa Birliği (AB) ülkesinin döngüsel ekonomi ilerleme düzeyini test etmiştir. Benelüks ülkelerinde daha yüksek döngüsel ekonomi uygulamalarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gedik (2020) çalışmasında döngüsel ekonomiye ilişkin teorik bir çerçeve sunmuştur. Oliveira, Dantas ve Soares (2021) çalışmalarında, işletme düzeyindeki göstergeleri hedefleyen sistematik bir literatür taraması sunmaktadır. Bulgular, metriklerin

çoğunluğunun, malzeme ve kaynak kurtarma stratejilerine odaklanan nano düzeyde çevresel olarak yönlendirilen göstergeler olduğunu göstermektedir. Yılmaz (2022) Avrupa Birliği ülkelerine ilişkin Eurostat verilerini kullanarak 2016-2018 yıllarına ilişkin döngüsel performans ölçümü yaptığı çalışmasında atık ve geri dönüşüm üzerine girdi ve çıktı değişkenler belirlemiş ve Veri Zarflama Analizi tekniğini kullanmıştır.

Ülkemiz işletmelerinin döngüsel ekonomiye ilişkin farkındalıklarının 2019 yılı itibarıyla şekillendiğini söylemek mümkündür (Balbay, Sarihan ve Avşar, 2021). Bu çalışmada da BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan imalat sanayi işletmeleri için döngüsel ekonomi gösterge seti belirlenmiş ve bu göstergeler üzerinden performans karşılaştırması yapılarak literatüre katkıda bulunulmuştur.

## **2. Metodoloji**

Bu çalışmada İçerik Analizi ile imalat işletmelerinin kurumsal raporları (sürdürülebilirlik raporları ve entegre faaliyet raporları) incelenmiş ve belirlenen döngüsel göstergeler için veriler toplanmıştır. İçerik Analizi ile elde edilen puanlar ile TOPSIS için gerekli olan ağırlıklar üç yılın ortalaması alınarak hesaplanmıştır. TOPSIS ile döngüsel ekonomi performans puanlarına ulaşılmış ve işletmeler sıralanmıştır. Çalışmada İçerik Analizi, Entropi, TOPSIS analizi hesaplamaları için Microsoft Excel programı kullanılmıştır.

### **2.1. Araştırmanın Önemi, Amacı ve Kapsamı**

İmalat işletmeleri üretim süreçlerinde doğal kaynakları girdi olarak kullanılırken, atık ve emisyonu çıktı olarak doğaya bırakırken çevreye önemli ölçüde zarar veren kurumlardır. Küresel ısınma, iklim

krizi, kıt kaynakların arzının tükenmesi vb. birçok sorun özellikle kaynak verimliliği, emisyon azaltımı ve atık geri dönüşümü olmak üzere birçok önemli konuda imalat işletmelerinden yeni iş modelleri geliştirmesini beklemektedir. Döngüsel ekonomi ilkeleri temelli işletmelere getirilen problem çözümleri, şirketlerin etkinliğini ve üretkenliğini artırmaktadır. Literatürde döngüsel ekonomik ölçümler çoğunlukla makro (ülke) ve mezo (sektör) düzeyde yapılırken, mikro düzeyde (işletme düzeyinde) ölçümler çok sınırlıdır. Dolayısıyla bu çalışma işletmeye özgü döngüsel göstergeleri belirleyerek literatüre katkı sağlamaktadır. Araştırmanın amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksine kote imalat işletmelerinin 2019, 2020 ve 2021 yıllarında döngüsel ekonomi performanslarını karşılaştırarak yeni ekonomi modeli olarak görülen döngüsel ekonomi farkındalığını ölçmektir.

Araştırma kapsamında, 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ilişkin sürdürülebilirlik ve entegre rapor yayınlayan BIST sürdürülebilirlik endeksine imalat işletmeleri bulunmaktadır. Analiz yılı boyunca verilerine ulaşılan 19 imalat işletmesinin kodları; AKSA, AEFES, ARCLK, AYGZ, BIRSA, COLA, CIMS, EREGL, FROTO, ISDMR, KRDM, KERVT, KORDS, OTKAR, TOASO, TUPRS, ULKER, VESBE, VESTL şeklindedir.

## 2.2. Araştırmanın Gösterge Seti ve Verilerin Elde Edilmesi

Bu araştırmada imalat işletmelerinin kurumsal raporları aracılığı ile paylaştıkları döngüsel ekonomi açıklamaları “ürün/malzeme kullanımı ve verimliliği”, “enerji kullanımı ve verimliliği”, “su kullanımı ve verimliliği” ve “atık ve emisyon” şeklinde 4 ana gösterge ve toplam 26 alt gösterge üzerinden



incelenmiştir. Tablo 1’de araştırmanın gösterge setine ve açıklamalarına yer verilmektedir.

**Tablo 1: Araştırmada Yer Alan Döngüsel Ekonomi Performans Göstergeleri**

Göstergeler	Açıklamalar
<b>Ürün/ Malzeme Kullanımı ve Verimliliği</b>	
<b>Toplam Kullanılan Malzeme Oranı</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları malzeme toplamına ilişkin açıklamalar bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Geri Dönüştürülmüş Malzeme Oranı</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları geri dönüştürülmüş malzemeye ilişkin açıklamalar bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Geri Dönüştürülmüş Ambalaj Kullanımı</b>	İşletmelerin geri dönüşümde kullandıkları geri dönüştürülmüş ambalaj kullanımına ilişkin açıklamalar bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Yeniden Kullanılabilir Ürün</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları yeniden kullanılabilir ürüne ilişkin açıklamalar bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Geri Dönüştürülebilir Ürün</b>	İşletmelerin üretim ve satışta kullandıkları yeniden kullanılabilir ürünler bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Enerji Kullanımı ve Verimliliği</b>	
<b>Geri Kazanılan Enerji</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları geri kazanılan enerjiler bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Enerji Tasarrufu</b>	İşletmelerin tasarrufta kullandıkları enerji tasarrufu bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Toplam Enerji Tüketimi</b>	İşletmelerin tüketimde kullandıkları toplam enerji tüketimi bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Yenilenebilir Enerji Kullanımı</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları yenilenebilir enerji kullanımı bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Su Kullanımı ve Verimliliği</b>	
<b>Atık Su</b>	İşletmelerin atıkta kullandıkları atık su kullanımı kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Geri Kazanılan Atık Su</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları geri kazanılan atık su kullanımı kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Su Tasarrufu</b>	İşletmelerin tasarrufta kullandıkları su tasarrufu bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Toplam Su Tüketimi (Çekimi)</b>	İşletmelerin tüketimde kullandıkları toplam su tüketimi bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Atık ve Emisyon</b>	
<b>Tehlikeli Atık Toplamı</b>	İşletmelerin tüketimde kullandıkları tehlikeli atık toplamı bu kriter altında değerlendirilmiştir.

<b>Tehlikesiz Atık Toplamı</b>	İşletmelerin tüketimde kullandıkları tehlikesiz atık toplamı bu kriter altında değerlendirilmiştir
<b>Geri Kazanılan Tehlikeli Atıklar</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları geri kazanılan tehlikeli atıklar bu kriter altında değerlendirilmiştir
<b>Geri Kazanılan Tehlikesiz Atıklar</b>	İşletmelerin üretimde kullandıkları geri kazanılan tehlikesiz atıklar bu kriter altında değerlendirilmiştir
<b>Atık Gaz</b>	İşletmelerin tüketimde kullandıkları atık gaz bu kriter altında değerlendirilmiştir
<b>Bertaraf Edilen Tehlikeli Atıklar</b>	İşletmelerin yok etmede kullandıkları bertaraf edilen tehlikeli atıklar bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Bertaraf Edilen Tehlikesiz Atıklar</b>	İşletmelerin yok etmede kullandıkları bertaraf edilen tehlikesiz atıklar bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Atık Hedefleri</b>	İşletmelerin büyümede kullandıkları atık hedefleri bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Sıfır Atık</b>	İşletmelerin büyümede kullandıkları sıfır atık bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Sera Gazı Emisyonu</b>	İşletmelerin enerjide kullandıkları sera gazı emisyonları bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Diğer Zararlı Gaz Emisyonları</b>	İşletmelerin enerjide kullandıkları diğer zararlı gaz emisyonları bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Katı Atık</b>	İşletmelerin atık işlemlerinde kullandıkları katı atık bu kriter altında değerlendirilmiştir.
<b>Sıvı Atık</b>	İşletmelerin atık işlemlerinde kullandıkları sıvı atık bu kriter altında değerlendirilmiştir.

Gösterge seti döngüsel ekonomi alan yazınından Shuaib ve diğerleri (2014), Elia ve diğerleri (2016), Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Azevedo ve diğerleri (2017) çalışmaları ve Global Reporting Initiative G4 (Küresel Raporlama Girişimi GRI-G4) raporlama kılavuzu incelenerek belirlenmiştir.

Çalışmanın veri seti İçerik Analizi ile elde edilmiştir. İçerik Analizi araştırılmakta olan yazı içerisindeki kelimelerin, anlamların var olup olmadığını bulmak için kullanılmakta olan bir yöntem biçimidir. Temel nitel analiz biçimi olan içerik analizi sayesinde makale, kitap, gibi eserler içerisinden araştırılıp ve bir çıkarımda bulunmaktadır. İstenildiği takdirde bu veriler sayısal veri durumuna da dönüştürülebilir. Bu yöntem son yıllarda kurumsal raporların incelenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu raporlarda

nitel bilgilerin çok fazlalığı ve karşılaştırma yapmak için uygun olmaması nedenleri ile bu yöntem kullanılarak metin hakkında daha kolay veri elde edilmektedir. Yöntemde bir kelime, bir kavram ya da bir cümleyi sayfa sayfa incelemek mümkündür (Aras, Tezcan ve Kutlu Furtuna, 2016).

Göstergeler için puanlama hesaplanırken nitel/nicel bir açıklama bulunmaması durumunda "0", nitel/nicel açıklama bulunması durumunda "1" puan verilerek işletmelerin döngüsel ekonomi açıklamaları sayısallaştırılmış ve her bir işletme için puanlar belirlenmiştir. Çalışmada bir işletme "ürün/malzeme kullanımı ve verimliliği" ana göstergesinden en fazla 5 puan, "enerji kullanımı ve verimliliği" ana göstergesinden en fazla 4 puan, "su kullanımı ve verimliliği" ana göstergesinden en fazla 4 puan, "atık ve emisyon" ana göstergesinden en fazla 3 puan olmak üzere toplam en fazla 26 puan alabilecektir.

### 2.3. Araştırmanın Modeli

Araştırmada İçerik analizi ile elde edilen veriler için ilk olarak entropi yöntemi ile ağırlık hesaplaması yapılmış, sonrasında da TOPSIS yöntemi ile performans ölçümü sonuçlarına ulaşılmıştır.

Entropi yöntemi 5 adımdan oluşmaktadır (Shemshadi, Shirazi, Toreihi ve Tarokh, 2011).

**Adım 1:** Karar matrisinin belirlenmesi: Bu yöntemde ilk olarak alternatiflerin ve kriterlere ilişkin puanların yer aldığı karar matrisi oluşturulmaktadır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

**Adım 2:** Karar matrisinin normalize edilmesi: kriterlere ilişkin puanlar, ortak birimlere çevrilmesi için fayda ve maliyet özellikleri dikkate alınarak normalize edilir. Bu işlem için Eşitlik 2 formülü kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^j X_{ij}} \quad (2)$$

$i$  = alternatifler (işletmeler),  $j$  = kriterler,  $r_{ij}$  = normalize edilmiş değerler,  $X_{ij}$  =  $i$ . alternatifinin  $j$ . kriter için fayda ya da maliyet değeri olarak açıklanabilir. İşlem sonucunda normalize  $R = [r_{ij}]_{m \times n}$  edilmiş karar matrisi elde edilir.

**Adım 3:** Kriterlere ait entropi değerleri hesaplanır: Eşitlik 3 yardımıyla kriterlerin entropi değerlerine ulaşılır.

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n r_{ij} \cdot \ln(r_{ij}) \quad (i = 1, 2, \dots, m) \text{ ve } (j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$k$  = entropi katsayısı  $\{(\ln(n))^{-1}\}$ ,

$r_{ij}$  = normalize edilmiş değerler

$e_j$  = entropi değeri olarak ifade edilir.

**Adım 4:** Bilgiye ilişkin farklılaşma derecesi hesaplanır: Eşitlik 4 yardımı ile Entropi kriter değerlerine ulaşılır.

$$d_j = 1 - e_j \quad (i = 1, 2, \dots, m) \text{ ve } (j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

Eşitlik 4 ile ulaşılan  $d_j$  değerleri yüksek ise kriterlere ilişkin alternatif skorları arasındaki uzaklık veya farklılaşma fazla olacaktır.

**Adım 5:** Kriter ağırlıklarının hesaplanması: Eşitlik 5 ile her bir kriter için entropi ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^n (1 - e_j)} \quad (5)$$

Eşitlik 5'te  $e_j$  değeri kriterlere ait Entropi değerlerini gösterirken,  $w_j$  değeri kriterlerin önemini gösteren ağırlık değerlerini göstermektedir. Kriter ağırlıklarının toplamı Eşitlik 6 'da

belirtildiği gibi daima 1'e eşittir. Entropi olasılık değerlerinin toplamı daima 1'e eşittir (Saraç ve Alptekin, 2017).

$$w_1 + w_2 + w_j + \dots + w_n = 1 \quad (6)$$

**Tablo 2:** 2019, 2020 ve 2021 Yılı İmalat İşletmeleri Ortalama Entropi Ağırlıkları

Döngüsel Ekonomi Göstergeleri	Entropi ile Elde Edilen Ağırlıklar
Ürün/Malzeme Kullanımı ve Verimliliği	0,138747903
Enerji Kullanımı ve Verimliliği	0,444157698
Su Kullanımı ve Verimliliği	0,207875009
Atık ve Emisyonlar	0,209219388

Çalışmada entropi adımları uygulanarak Tablo 2'de yer alan entropi ağırlıklarına ulaşılmıştır.

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) Yöntemi; 6 adımdan oluşan çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir. Yöntemin mantığı pozitif ve negatif ideal çözüm setleri belirlemeye dayanmaktadır. Yöntem ile alternatifler arasında sıralama yapılarak ideal çözüme göreceli yakınlık oluşturulur. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterini maksimize, maliyet kriterini minimize eden bir çözüm iken negatif ideal çözüm ise fayda kriterini minimize maliyet kriterini maksimize eden bir çözümdür. En uygun alternatif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatiftir (Akyüz, Bozdoğan ve Hantekin, 2011). Yöntem aşağıdaki ifade edilen 6 adımda uygulanır.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması:  $n \times m$  boyutlu alternatiflerin kriter değerlerinin yer aldığı bir matris oluşturulur. Burada,  $n$  ve  $m$  sırasıyla alternatifler ve kriterleri ifade etmektedir.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & d_{2m} \\ d_{n1} & d_{n2} & d_{nm} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Eşitlik 7'de ifade edilen matriste dij, i seçeneğinin j ölçütüne göre i=1, 2,...,n, j=1,2,...,m mevcut performansını göstermektedir.

Adım 2: Karar matrisinin standardize edilmesi: Eşitlik 9 kullanılarak karar matrisi standardize edilir. Karar matrisinde yer alan her bir kritere ilişkin değerlerin kareleri toplamının (sütun değerlerinin kareleri toplamının) karekökü alınarak, sütunun ilgili elemanının bu çıkan değere bölünmesi ile R matrisi elde edilir.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & r_{2m} \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (8)$$

R standart karar matrisinin elemanları

$$r_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n d_{kj}}}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

biçiminde hesaplanır.

Adım 3: Standardize Matrisin Ağırlıklandırılması: İlk olarak subjektif ya da obejektif yöntemler kullanılarak kriterlere ilişkin ağırlıklar (wi, i=1,2,...,m) belirlenir. Ağırlıkların toplamı  $\sum_{j=1}^m w_j = 1$ 'e eşittir. R matrisinin her bir elemanı Eşitlik 10'da belirtildiği gibi ilişkili kriter ağırlığı ile çarpılarak, ağırlıklandırılmış standart karar matrisi V, elde edilir

$$V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & w_m r_{1m} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & w_m r_{2m} \\ w_1 r_{n1} & w_2 r_{n2} & w_m r_{nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{1m} \\ v_{21} & v_{22} & v_{2m} \\ v_{n1} & v_{n2} & v_{nm} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Adım 4: Pozitif ve negatif ideal çözüm setleri belirlenir: V matrisinin sütunlarının pozitif ideal çözüm setleri, en küçük değerleri

ise negatif ideal çözüm setleri olarak belirlenir. Kriterler fayda cinsinden ise pozitif ideal çözüm setleri, maliyet cinsinden ise negatif ideal çözüm setleri dikkate alınır. Eşitlik 11 ve Eşitlik 12 de pozitif ve negatif ideal çözüm setleri belirtilmiştir.

Pozitif ideal çözüm kümesi

$$V^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_m^*\} \quad (11)$$

Negatif ideal çözüm kümesi

$$V^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-\} \quad (12)$$

Adım 5: Pozitif ve negatif ideal çözümlerin hesaplanması: Eşitlik 13 ve Eşitlik 14 yardımı ile pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerine olan uzaklık değerleri elde edilir. Öklid yaklaşımı kullanılarak pozitif ve negatif idealden sapmalar hesaplanır. Alternatif sayısı kadar uzaklık değerleri hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (13)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (14)$$

Adım 6: Ayrım ölçütlerinin hesaplanması ve İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması yapılır: Alternatiflerin her biri için pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinden uzaklıklar kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık katsayıları Eşitlik 15 ile hesaplanır.

$$c_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

Eşitlikte  $0 \leq C^* \leq 1$ ,  $i=1,2,\dots,n$  dir. Buna göre, 1'e yakın  $C^*$ ,  $i=1,2,\dots,n$  alternatif öncelikli olarak tercih edilmelidir (Alptekin ve Şıklar, 2015).

#### 2.4. Analiz ve Bulgular

Çalışmada İçerik Analizi yöntemiyle toplanan veriler işletmeler için bir puana dönüştürülerek sayısallaştırılmış ve bir matris elde edilerek entropi yöntemi ile ana kriterler için ağırlıklar bulunmuştur. TOPSIS yöntemi kullanılarak da işletmelerin performans ölçümü yapılmış ve karşılaştırma amacıyla performans puanları sıralanmıştır.

Tablo 2’de belirtildiği gibi 2019, 2020 ve 2021 yıllarındaki 19 imalat sanayi işletmesinin gösterge bazında ortalama entropi ağırlıklarına 0,44, 0,21, 0,21, 0,14 şeklindedir. Ürün/malzeme kullanımı ve verimliliğinin (0,14) en düşük ağırlığa sahip olan gösterge olduğu görülmektedir. Sonrasında sırasıyla atık ve emisyonlar (0,21) ve su kullanımı ve verimliliği (0,21) gelmektedir. En fazla ağırlığa sahip gösterge ise (0,44) ile enerji kullanımı ve verimliliği olmuştur.



**Tablo 3:** 2019 Yılı İmalat İşletmelerinin TOPSIS Yöntemi ile Sıralanması

İşletme Kodu	S+	S-	$C_i^*$	Sıra
AKSA	0,047670	0,049538	0,509609	13
AEFES	0,050985	0,044921	0,468386	17
ARCLK	0,043242	0,065217	0,601307	9
AYGAZ	0,061483	0,044898	0,422046	18
BRISA	0,065398	0,042259	0,392535	19
CCOLA	0,009911	0,085694	0,896338	1
CIMSA	0,039105	0,054537	0,582396	10
EREGL	0,018600	0,079547	0,810492	2
FROTO	0,026877	0,073078	0,731109	4
ISDMR	0,018600	0,079547	0,810492	3
KRDMD	0,039105	0,054537	0,582396	11
KERVT	0,037865	0,077511	0,671812	7
KORDS	0,047311	0,044024	0,482001	16
OTKAR	0,043378	0,053336	0,551485	12
TOASO	0,026877	0,073078	0,731109	5
TUPRS	0,026877	0,073078	0,731109	6
ULKER	0,039932	0,068456	0,631584	8
VESBE	0,049832	0,044948	0,474238	14
VESTL	0,049832	0,044948	0,474238	15

TOPSIS sonuçları Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te yıllara göre sunulmuştur. 2019 yılı sonuçlarını içeren tablo 3 incelendiğinde toplam puanlama açısından ilk sırada olan işletme en yüksek  $C_i^*$  değeri ile CCOLA işletmesi ( $C_i = 0,896338$ ) olmuştur. EREGL işletmesi ( $C_i = 0,810492$ ) ikinci olarak CCOLA işletmesini takip etmektedir. Üçüncü sırada ISDMR işletmesi ( $C_i = 0,810492$ ) bulunmaktadır. Son sıralarda yer alan işletmeler incelendiğinde on altıncı sırada KORDSA işletmesi ( $C_i = 0,482001$ ), on yedinci sırada AEFES işletmesi ( $C_i = 0,468386$ ), on sekizinci sırada AYGAZ işletmesi ( $C_i = 0,422046$ ), on dokuzuncu ve son sırada BRISA işletmesi ( $C_i = 0,392535$ ) bulunmaktadır.

**Tablo 4:** 2020 Yılı İmalat İşletmelerinin TOPSIS Yöntemi ile Sıralanması

İşletme Kodu	S+	S-	$C_i^*$	Sıra
AKSA	0,035597	0,039654	0,526953	16
AEFES	0,020052	0,045186	0,692633	6
ARCLK	0,037308	0,045933	0,551809	15
AYGAZ	0,051896	0,028436	0,353985	19
BRISA	0,029145	0,047889	0,621660	12
CCOLA	0,008706	0,05538	0,864154	1
CIMSA	0,035597	0,039654	0,526953	17
EREGL	0,008706	0,05538	0,864154	2
FROTO	0,022765	0,045541	0,666719	9
ISDMR	0,008706	0,05538	0,864154	3
KRDMD	0,032246	0,045858	0,587142	14
KERVT	0,024865	0,053698	0,683505	8
KORDS	0,02434	0,043028	0,638700	11
OTKAR	0,041774	0,026436	0,387568	18
TOASO	0,022765	0,045541	0,666719	10
TUPRS	0,022215	0,048436	0,685563	7
ULKER	0,032873	0,051657	0,611105	13
VESBE	0,019107	0,048806	0,718654	4
VESTL	0,019107	0,048806	0,718654	5

Tablo 4 incelendiğinde toplam puanlama açısından ilk sırada olan işletme en yüksek  $C_i^*$  değeri ile CCOLA işletmesi ( $C_i = 0,864154$ ) olmuştur. EREGL işletmesi ( $C_i = 0,864154$ ) ikinci olarak takip etmektedir. Üçüncü sırada ISDMR işletmesi ( $C_i = 0,864154$ ) bulunmaktadır. Son sıralarda yer alan işletmeler incelendiğinde on altıncı sırada AKSA işletmesi ( $C_i = 0,526953$ ), on yedinci sırada CIMSA işletmesi ( $C_i = 0,526953$ ), on sekizinci sırada OTKAR işletmesi ( $C_i = 0,387568$ ), on dokuzuncu ve son sırada AYGAZ işletmesi ( $C_i = 0,353985$ ) bulunmaktadır.

**Tablo 5:** 2021 Yılı İmalat İşletmelerinin TOPSIS Yöntemi ile Sıralanması

İşletme Kodu	S <sup>+</sup>	S <sup>-</sup>	C <sub>i</sub> <sup>*</sup>	Sıra
AKSA	0,015759	0,045830	0,744127	8
AEFES	0,016015	0,044810	0,736706	9
ARCLK	0,022965	0,050230	0,686250	15
AYGAZ	0,041829	0,032366	0,436230	18
BRISA	0,028014	0,039547	0,585350	16
CCOLA	0,008162	0,049507	0,858473	1
CIMSA	0,015075	0,047857	0,760456	7
EREGL	0,009365	0,047551	0,835454	2
FROTO	0,017653	0,044190	0,714549	13
ISDMR	0,009365	0,047551	0,835454	3
KRDMD	0,028014	0,039547	0,585350	17
KERVT	0,018372	0,050439	0,733011	10
KORDS	0,016957	0,042365	0,714150	14
OTKAR	0,039263	0,021361	0,352353	19
TOASO	0,012288	0,045972	0,789083	6
TUPRS	0,016323	0,044549	0,731844	11
ULKER	0,018722	0,049465	0,725436	12
VESBE	0,009365	0,047551	0,835454	4
VESTL	0,009365	0,047551	0,835454	5

Tablo 5 incelendiğinde toplam puanlama açısından ilk sırada olan işletme en yüksek  $C_i^*$  değeri ile CCOLA işletmesi ( $C_i = 0,858473$ ) olmuştur. EREGL işletmesi ( $C_i = 0,835454$ ) ikinci olarak takip etmektedir. Üçüncü sırada ISDMR işletmesi ( $C_i = 0,835454$ ) bulunmaktadır. Son sıralarda yer alan işletmeler incelendiğinde on altıncı sırada BRISA işletmesi ( $C_i = 0,585350$ ), on yedinci sırada KRDMMD işletmesi ( $C_i = 0,585350$ ), on sekizinci sırada AYGAZ işletmesi ( $C_i = 0,436230$ ), on dokuzuncu ve son sırada OTKAR işletmesi ( $C_i = 0,352353$ ) bulunmaktadır.

## 2.5. Spearman Sıra Korelasyonu

TOPSIS yönteminin önerdiği performans sıralamalarının istatistiki olarak birbirinden farklı olup olmadığı Spearman Sıra

Korelasyonu ile incelenmiştir (Uygurtürk ve Korkmaz, 2012). Eşitlik 16'da Spearman sıra korelasyonu formülize edilmiştir.

$$r_s = 1 - 6 \frac{6\sum D^2}{N(N^2 - 1)} \quad (16)$$

Eşitlik 16'da

$N$  = Evren ya da örneklemin birim sayısı

$D^2$  = İki değişkene ait sıraların arasındaki farkların karesini,

$r_s$  = Spearman sıra korelasyonu katsayısı olarak açıklanır.

Analiz işlemleri SPSS 15.0 programında hesaplanmış ve Tablo 6'daki sonuçlara ulaşılmıştır.

**Tablo 6:** Spearman Sıra Korelasyonu Sonuçları

		2019	2020	2021
2019	Korelasyon Katsayısı	1,000	0,572*	0,180
	Anlamlılık. (2-yönlü)	.	0,014	0,532
	N	19	19	19
2020	Korelasyon Katsayısı	0,572*	1,000	0,505*
	Anlamlılık. (2-yönlü)	0,014	.	0,033
	N	19	19	19
2021	Korelasyon Katsayısı	0,180	0,505*	1,000
	Anlamlılık. (2-yönlü)	0,532	0,033	.
	N	19	19	19

\*Korelasyon 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli (2-yönlü).

Tablo 6 incelendiğinde; 2019 yılı performans sıralama değerleri ile 2020 yılı performans sıralama değerleri arasında %5 anlamlılık seviyesinde pozitif yönde bir ilişkinin olduğu, 2020 yılı performans sıralama değerleri ile 2019 ve 2021 yılları performans sıralama değerleri arasında %5 anlamlılık seviyesinde pozitif yönde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

## **Sonuç**

Döngüsel ekonomi doğrusal ekonomi modeline alternatif olarak kabul edilen yeni bir iş modelidir. Dünya nüfusunun artışı, kıt kaynakların hızla tükenmesi, çevresel tahribatın geri döndürülemez hale gelmesi vb. birçok nedenle günümüz işletmelerinin mevcut ekonomi modelini terk edip, yeni bir ekonomi modeline geçmesi elzemdir. Döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde üretim sürecinin her aşamasında yeniden tasarlama- yeniden kullanma-yeniden üretim-geri dönüştürme döngüsü ile işletmeler daha verimli ve etkin bir şekilde faaliyet gerçekleştireceklerdir.

İşletmelerin birçok konuda performans ölçümlerinin yapıldığı döngüsel ekonomi alanındaki faaliyetlerinin de performansının ölçümü önem taşımaktadır. Performans ölçümü sonucunda işletmeler için iyileştirilmesi gerekli alanlar daha net bir şekilde görülebilecektir. Bu araştırma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde CCOLA işletmesi üç yıl boyunca en yüksek döngüsel performansa sahip işletme olmuştur. EREGL ve ISDMR işletmeleri de her dönem sırasıyla ikinci ve üçüncü olan işletmelerdir. Son sıralarda yer alan işletmeler incelendiğinde 2019 yılında KORDSA, AEFES, AYGAZ ve BRISA görülmektedir. 2020 yılına gelindiğinde son sıralarda CIMSA, AKSA, OTKAR ve AYGAZ yer almaktadır. 2021 yılı performans sıralamalarının sonunda yer alan işletmeler ise BIRSA, KRDM, AYGAZ ve OTKAR olduğu görülmüştür. Son sıralarda yer alan işletmeler içinde yıllar itibariyle aynı işletmeler olduğu görülmektedir. Araştırmanın en önemli kısıtlarından biri her yıl bu endekste yer alan imalat işletmelerinin sayısının farklı olması ve açıklanan kurumsal

rapor sayılarının farklı olmasıdır. Bu nedenle yıllar itibariyle analiz yapılmış ve her yıl ilk olarak kendi içinde değerlendirilmiştir.

Bu araştırmanın sonucu bir bütün olarak ele alındığında; dünya ekonomileri için önemi gün geçtikçe artan döngüsel ekonomi kavramının BIST sürdürülebilirlik endeksi imalat işletmeleri için de farkındalıklarının yüksek olduğu bir ekonomi modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma sonucunda ülkemizde imalat işletmeleri arasında döngüsel ekonomi farkındalığı olduğu görülmüştür. Bu farkındalık arttıkça işletmeler için kaynak verimliliği, maliyetlerin azaltılması, doğal kaynak ve hammaddelerin etkin kullanılması, emisyonların, atıkların azaltılması, geri dönüşümün artması mümkün olacaktır. Bu sayede işletmeler, gelecek nesilleri de düşünerek faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlayacaktır. İşletmelerin döngüsel ekonomi performansları, işletmeler için finansal kazanımlara da dönüşecektir. Yine döngüsel ekonomi performansı ölçümü ile ulaşılan sonuçlar, işletme bilgi kullanıcılarının işletmeye ilişkin karar almalarında daha belirleyici olacaktır.

### **Kaynakça**

Akyüz, Y., Bozdoğan, T., ve Hantekin, E. (2011). Topsis Yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 13 (1), 73-92.

Alptekin, N. ve Şıklar, E. (2015). Türk Hisse Senedi Emeklilik Yatırım Fonlarının Çok Kriterli Performans Değerlendirmesi: Topsis Metodu, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (25), 185-196.

Aras, G., Tezcan, N. ve Kutlu Furtuna, Ö. (2016). Geleneksel Bankacılık ve Katılım Bankacılığında Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansının Topsis Yöntemiyle Karşılaştırılması, *Istanbul Management Journal*, s.58-81.

Azevedo, S., Godina, R. ve Matias, J. (2017). Proposal of a Sustainable Circular Index For Manufacturing Companies, *Resources*, 6(4), 63.

Balbay, Ş., Sarıhan, A. ve Avşar, E. (2021). Dünya’da ve Türkiye’de “Döngüsel Ekonomi/Endüstriyel Sürdürülebilirlik” Yaklaşımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 557-569.

Banaité, D. ve Tamošiūnienė, R. (2016). Sustainable Development: The Circular Economy Indicators’ Selection Model, *Journal of Security ve Sustainability*, 6(2), 315–323.

Corona, B., Shen, L., Reike, D., Rosales Carreon, J. ve Worrell, E. (2019). Towards Sustainable Development Through The Circular Economyda Review ve Critical Assessment On Current Circularity Metrics, *Resour. Conserv. Recycl.* 151, 104498.

Döngüsel Ekonomi Rehberi, (2020).  
[https://business4goals.org/PDF/Dongusel\\_Ekonomi\\_Rehberi.pdf](https://business4goals.org/PDF/Dongusel_Ekonomi_Rehberi.pdf)  
Erişim Tarihi:12.09.2022.

Elia, V., Gnoni, M.G. ve Tornese, F. (2016). Measuring Circular Economy Strategies Through Index Methods: A Critical Analysis *Journal of Cleaner Production* 1-11.

Figge, L., Oebeles, K., ve Offermans, A. (2017). The Effects of Globalization on Ecological Footprints: An Emprical Analysis, *Environment, Development and Sustainability*, 863-876.

Fura, B., Stec, M. ve Mis, T. (2020). Statistical Evaluation of the Level of Development of Circular Economy in European Union Member Countries, *Energies*, 13.

Gedik, Y. (2020). Döngüsel Ekonomiyi Anlamak: Teorik Bir Çerçeve, *Turkish Business Journal*. 1(2), 13-40.

Geisendorf, S., ve Pietrulla, F. (2018). The Circular Economy And Circular Economic Concepts- A Literature Analysis and Redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 771-782.

Kirchherr, J., Reike, D., ve Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 221-232.

Kristensen, H.S. ve Mosgaard, M.A. (2020). A Review Of Micro Level Indicators For A Circular Economy E Moving Away From The Three Dimensions Of Sustainability?, *Journal of Cleaner Production* , 243.

Moreno, J.R., Ormazabal, M., Alvarez, M.C. ve Jaca, C. (2021). Advancing Circular Economy Performance Indicators ve Their Application in Spanish Companies, *Journal of Cleaner Production* ,1-10.

Oliveira, C.T., Dantas, T.E., ve Soares, S.R. (2021). Nano and micro level circular economy indicators: Assisting decision-makers in circularity assessments, *Sustainable Production and Consumption*, 455-468.

Önder, H. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204.

Reike, D., Vermeulen, W. J., ve Witjes, S. (2018). The Circular Economy: New or Refurbished as CE 3.0? Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on



History and Resource Value Retention Options, *Resources, Conservation and Recycling*, 246–264.

Saraç, B. ve Alptekin, N. (2017). Türkiye’de İllerin Sürdürülebilir Kalkınma Göstergelerine Göre Değerlendirilmesi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(1), 19-49.

Sassanelli, C., Rosa, P., Rocca, R. ve Terzi, S. (2019). Circular Economy Performance Assessment Methods: A Systematic Literature Review, *Journal of Cleaner Production*, 229, 440-453.

Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental Sciences, Sustainable Development and Circular Economy: Alternative Concepts for Trans-Disciplinary Research. *Environmental Development*, 48-56.

Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., ve Tarokh, M. (2011). A fuzzy Vikor Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting. *Expert Systems with Applications*, 12160-12167.

Shuaib, M., Seevers, D., Zhang, X., Badurdeen, F., Rouch, K.E. ve Jawahir, I.S. (2014). Product Sustainability Index (ProdSI) A Metrics-based Framework to Evaluate the Total Life Cycle Sustainability of Manufactured Products, *Journal of Industrial Ecology*, 18(4), 491-507.

Sinn, H.W. (2016). Green Paradox: A Supply Side Approach to Global Warming (M. E. Dinçer, çev). İstanbul. (2012).

Singh, J. ve Ordóñez, I. (2016). Resource Recovery From Post-Consumer Waste: Important Lessons For The Upcoming Circular Economy, *Journal of Cleaner Production*, 134, 342-353.

Uygurtük, H., ve Korkmaz, T. (2012). Finansal Performansın Topsis Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Belirlenmesi: Ana Metal

Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(2), 95-115.

Yan, J., ve Feng, C. (2014). Sustainable Design-Oriented Product Modularity Combined with 6R Concept: A Case Study of Rotor Laboratory Bench, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 95–109.

Yılmaz, V. (2022). Avrupa Birliği Ülkelerinin Ekonomi Performansı, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), 94-114.