

Sürdürülebilir Kalkınma Temelinde Döngüsel Ekonomi Performansı

Meltem ECE ÇOKMUTLU¹

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan imalat sanayi işletmelerinin belirlenen döngüsel ekonomi göstergeleri üzerinden performans karşılaştırmasını yapmaktır.

Yöntem: Çalışmada İçerik Analizi yöntemi ile işletmelerin kurumsal raporlarından toplanan veriler TOPSIS yöntemi ile analiz edilmiştir. Modelde yer alan kriterlerin ağırlıklarındaki değişikliklerin karar alma üzerindeki etkisini görebilmek için duyarlılık analizi yapılmıştır.

Bulgular: Araştırmada belirlenen 5 ana döngüsel ekonomi kriteri üzerinden gerçekleştirilen analizde 18 işletme içerisinde Vestel Beyaz Eşya (VESBE), Vestel Elektronik (VESTL) ve Kordsa Teknik (KORDSA) ve en iyi döngüsel performansa sahip ilk üç işletme olmuştur. Arçelik (ARCLK) Ereğli Demir Çelik (EREGL) ve Ülker (ULKER) ise en düşük performans sergileyen işletmeler olmuştur. Araştırmada hiçbir işletmenin tam puana ulaşamadığı görülmüştür. Duyarlılık analizi sonuçları da TOPSIS yöntemi ile benzer sonuçlar göstermiştir.

Özgünlük: Çalışmada bu yeni ekonomi modelinin ülkemizdeki farkındalığını görebilmek adına döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde (azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm...) bir gösterge seti belirlenmiş ve imalat işletmelerinin döngüsel ekonomi performansları ölçülmüştür. Literatürde daha çok makro (ülke) ve mezo (sektör) seviyede döngüsel performans ölçümü yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmada firma verileri üzerinden mikro göstergeler ile işletme seviyesinde döngüsel performans ölçümü yapılarak literatüre katkı sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel Ekonomi, Döngüsel Ekonomi Göstergeleri, BİST Sürdürülebilirlik Endeksi, TOPSIS.

JEL Kodları: O13, O44, Q01.

Circular Economy Performance on the Basis of Sustainable Development

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to compare the performance of the manufacturing industry enterprises in the Borsa Istanbul Sustainability Index over the determined circular economy indicators.

Methodology: In the study, the data collected from the corporate reports of the enterprises with the Content Analysis method were analyzed with the TOPSIS method. Sensitivity analysis was performed to see the effect of changes in the weights of the criteria in the model on decision making.

Findings: Vestel Beyaz Eşya (VESBE), Vestel Elektronik (VESTL) and Kordsa Teknik (KORDSA) were among the 18 enterprises in the analysis carried out on the 5 main circular economy criteria determined in the research, and the first three enterprises with the best cyclical performance. Arçelik (ARCLK), Ereğli Iron and Steel (EREGL) and Ülker (ULKER) were the companies with the lowest performance. In the research, it was seen that no business could reach the full score. Sensitivity analysis results also showed similar results with the TOPSIS method.

Originality: In this study, in order to see the awareness of this new economy model in our country, an indicator set was determined within the framework of circular economy principles (reduction, reuse, recycling...) and the circular economy performances of manufacturing enterprises were measured. In the literature, it is seen that cyclical performance measurements are mostly made at the macro (country) and meso (sector) level. In this study, a contribution to the literature has been made by measuring cyclical performance at the enterprise level with micro indicators on company data.

Keywords: Circular Economy, Circular Economy Indicators, BIST Sustainability Index, TOPSIS.

JEL Codes: O13, O44, Q01.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Karabük, Türkiye, meltemece@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5260-3925.

1. GİRİŞ

Dünyadaki tüketim oranının yaklaşık 8 kat arttığı günümüzde bu artış hızına bağlı olarak kaynak kullanımının da 2050 yılına kadar 3 kat artması beklenmektedir. Bu kullanım ve tüketim hızı ile devam edildiği takdirde işletmelerin 30 yıl sonra temel girdi kaynaklarını bile karşılamakta sorunlar yaşayacağı öngörülmektedir. Kaynakları kapalı bir döngü içerisinde tutarak daha uzun süre kullanımını, israfın azaltılmasını, enerji tasarrufunu ve atık yönetimini sağlamayı amaçlayan döngüsel ekonomi modeli (Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020) bu çözümlerle doğrusal ekonomi modeline alternatif olarak ortaya çıkmıştır.

İngilizce take-make-dispose (al-kullan-at) şeklinde tanımlanan doğrusal ekonomi sanayi devrimi ile başlamış olan bir ekonomi modelidir. Sürekli bir ekonomik büyümeyi amaçlayan bu yaklaşım günümüze değin birçok çevre sorununu da beraberinde getirmiştir. Atık birikimi ve doğal kaynakların tükenmesi bu ekonomi modeli ile karşımıza çıkan en önemli çevresel sorunlardandır (Önder, 2018). Döngüsel ekonomi ise atıkları tasarlama, kaynak değerini en üst düzeye çıkarmayı, olumsuz etkiyi en aza indirmeyi ve ekonomik, çevresel ve sosyal sermaye oluşturmaya amaçlayan sistem yenilikleri aracılığıyla bu sorunlara potansiyel bir çözüm olarak giderek artan şekilde ilgi gören bir modeldir (Kristensen ve Mosgaard, 2020, Kirchherr ve diğerleri, 2017).

Çevresel bütünlük, sosyal adalet ve ekonomik refah sürdürülebilir kalkınmanın üç temel boyutudur. Döngüsel ekonomi de özellikle çevre kalitesine odaklanarak sürdürülebilir kalkınmanın bir tamamlayıcısı, bir bileşeni konumuna gelmiştir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı ile daha çok genel ekonomik durum, ekoloji ve sosyal refah gibi makro kavramlar üzerinde durulurken döngüsel ekonomi ile üretim, tüketim ve atık yönetimi gibi mikro konular üzerinde durulmaktadır (Ateş, 2021). Dünya ile entegre hareket etmek isteyen işletmeler için sürdürülebilir kalkınma temelinde döngüsel ekonomiye adım atmak önemli bir gereklilik olarak görülmektedir.

Döngüsel ekonomi akademisyenler ve uygulayıcılar arasında oldukça ilgi gören bir kavram olmasına rağmen, dünya genelinde döngüsel ekonomi konularının benimsenmesi ve uygulanması hala sınırlıdır (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). Henüz gelişme aşamasında olan döngüsel ekonomi literatürü incelendiğinde; Fura ve diğerleri (2020), Yılmaz (2022), Moraga ve diğerleri (2019) çalışmalarında makro göstergeler üzerinden döngüsel performans ölçümüne ilişkin araştırmalar yapan, Shuaib ve diğerleri (2014), Azevedo ve diğerleri (2017), Moreno ve diğerleri (2021), daha çok mikro göstergeleri inceleyen araştırmalar olarak karşımıza çıkmıştır. Çalışmalarda ürünlerin, işletmelerin, sektörlerin döngüselliklerini ölçen araçların ve kriterlerin yeterince iyi tanımlanmadığı vurgulanmaktadır. Elia ve diğerleri (2016), çalışmalarında, döngüsel ekonomi literatürünün yalnızca %19'unun mikro (işletme, ürün) düzeyi incelediğini tespit etmişlerdir. Ekonomilerin lokomotif rolü üstelenen işletmelerin döngüsel ilerlemelerini ölçebilmek için daha fazla araştırmaya ve göstergelere ihtiyaç duyulduğu aşikardır. Bu noktadan hareketle yukarıda ifade edilen benzer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda (yeniden tasarlama, azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm...) yeni ekonomi modelinin ülkemizdeki öncelikli sektörlerden imalat sanayindeki farkındalığını görebilmek adına mikro ölçekli bir gösterge seti belirlenmiş ve Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi imalat işletmelerinin döngüsel ekonomi performansları ölçülmüştür.

İşletmelerin verimlilik anlayışları "daha azla daha fazla yapmak" ilkesi temelinde şekillenmiştir. Döngüsel ekonomi ilkeleri ile daha az hammadde ve malzeme kullanımı, daha yoğun ve işlevsel ürün üretimi, atık materyallerin döngü içerisinde ikincil hammadde olarak kullanılması gibi doğru atık yönetimi politikalarıyla işletmeler için her aşamada bir verimlilik artışı söz konusu olacaktır. İşletmeler bu çözümler doğrultusunda kıt olan doğal kaynakları (enerji, su gibi) daha verimli kullanarak, israfı azaltarak ve atıkları değerli hale getirerek hem çevre için hem de kendileri için bir kazan kazan ortamı yaratacaklardır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda 2020 yılında endekste yer alan ve araştırmaya dahil edilen 18 işletmenin döngüsel ekonomi performansları TOPSIS yöntemi ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin kavramsal çerçeveye yer verilmiştir. İkinci bölüm literatür taramasına ayrılmış ve izleyen bölümde performans karşılaştırmasına yer verilmiştir.

2. DÖNGÜSEL EKONOMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Doğrusal ekonominin dezavantajlarından (atık, emisyon, kaynakların azalması) kurtulabilmek için döngüsel ekonomiye evrilmek ve bu geçişte sürdürülebilirlik konularına odaklanan uygun göstergelere ihtiyaç olduğunu söylemek mümkündür (Huysman ve diğerleri, 2017). Döngüsel ekonomi anlayışı, sürdürülebilirliğin gelişmesinin bir sonucudur. Sürdürülebilir kalkınma kavramının kökleri, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik etmeye dayanmaktadır (Banaité ve Tamošiūnienė, 2016).

Tarihsel süreç içerisinde endüstrilerdeki değişim ve dönüşümler nedeniyle üretim ve tüketim süreçlerinde de değişiklikler yaşanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Kıt kaynakların sınırsız insan ihtiyaçlarını karşılamasında yaşanan dengesizlik, üretim-tüketim süreçlerindeki al-kullan-at anlayışı nedeniyle-yani doğrusal ekonomi ile- daha da büyük bir çıkmaza girmektedir. Bu nedenle gelecekte al-yeniden kullan-dönüştür-azalt anlayışının gelişmesinin -yani döngüsel ekonomi anlayışının-benimsenmesinin, toplumların sürdürülebilirliğini sağlamaya olan katkısı oldukça fazla olacaktır (Kristensen ve Mosgaard, 2020).

Sürdürülebilir kalkınma anlayışının doğrusal ekonomi yaklaşımı ile gerçekleştirilmesinin mümkün olmaması mavi ekonomi, yeşil ekonomi, biyoekonomi ve döngüsel ekonomi gibi yeni ekonomik yaklaşımların ortaya çıkışını sağlamıştır. Bu ekonomik yaklaşımlar sayesinde atık yönetimi, enerji ve hammadde verimliliği sağlanacak ve böylece çevreye zarar vermeden kaliteli istihdam ile sürdürülebilir ekonomik büyümenin teşvik edilmesi mümkün olacaktır (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020).

Literatürde farklı tanımlamaları yapılmış olan döngüsel ekonomi kavramını basit birkaç tanım ile özetlemek mümkün görünmemektedir. Bu tanımlar döngüsel ekonomiyi vurgularken genellikle en çok azaltma, yeniden kullanma, geri dönüştürme ve geri kazandırma kavramları üzerinde yoğunlaşmışlardır (Kirchherr ve diğerleri, 2017).

Doğrusal ekonominin sürdürülebilir bir alternatifi olarak da kabul edilen döngüsel ekonomi Singh ve Ordonez, (2016)'e göre kaynakların sorumlu ve döngüsel kullanımını teşvik eden şemsiye bir kavramdır (Moraga ve diğerleri, 2019). Döngüsel ekonomi için yapılan tanımlardan bazıları şöyledir:

- Hammadde verimliliğinin, çevre dostu üretimin ve atık yönetiminin yer aldığı bir üretim yapısını ifade etmektedir (Ateş, 2021).
- Atıkları tasarlamayı, kaynak verimliliğini artırmayı ve ekonomi, çevre ve toplum arasında daha iyi bir denge sağlamayı amaçlayan sistemdir (Kristensen ve Mosgaard, 2020).
- Sürdürülebilir kalkınma için bir adım olan döngüsel ekonomi doğal kaynakların azaltılması ve yeniden dolaşımı yoluyla ekonomik büyümenin kaynak kullanımından ayrıldığı sürdürülebilir bir ekonomik sistemdir (Corona ve diğerleri, 2019).
- "Kaynakların ekonomi içinde mümkün olduğunca uzun süre kalmasını sağlayan, fiziksel kaynakların katma ve içsel değerini koruyan ve hammadde tüketimini, atığı ve değer zinciri risklerini en aza indirmek amacıyla kullanım ömrünün sonunda değeri yakalayan bir piyasa ekonomisidir" (Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu, 2022).
- Avrupa Birliği'ne göre döngüsel ekonomi, ürünlerin, malzemelerin ve kaynakların değerinin ekonomide mümkün olduğunca uzun tutulması, korunması ve atık üretiminin minimum seviyede olması için malzeme ve hizmetleri verimli bir şekilde kullanmayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Döngüsel Ekonomi Rehberi,2020).
- Sürdürülebilir kalkınmanın temelinde faaliyet göstererek azaltım, yeniden kullanım ve geri dönüşüm ilkelerinin kabul edildiği döngüsel ekonomi, ürün yaşam ömrünün arttırılmasına ve ürün yaşam ömrünün her sürecinde söz konusu süreçlerin işlemesine dayanmaktadır (Önder, 2018).

Sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası olan sürdürülebilir üretim aracılığıyla döngüsel ekonomiyi sağlamak mümkün görünmektedir. Sürdürülebilir üretim sayesinde çevre üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması, enerjinin ve kaynakların korunması sağlanacaktır. Döngüsel ekonomi sayesinde sürdürülebilir üretim uygulamaları daha uygulanabilir hale gelmektedir. Yeniden kullanmak, yeniden üretmek atıkların geri dönüşümü sürdürülebilir üretimin ve döngüsel ekonominin ortak noktalarıdır (Moktadir ve diğerleri, 2018).

Döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için uygun bir çözüm olarak giderek daha fazla önerilmektedir (Saidani ve diğerleri, 2019). Ekonomide döngüsellığı sağlamak için R stratejileri olarak da bilinen döngüsel ekonomi ilkeleri geliştirilmiştir. R ön eki kullanılarak döngüsel ekonomiye ilişkin araştırmacılar tarafından birçok ilke tanımlanmıştır. Döngüsel ekonomi ilkeleri literatürde ilk olarak 3R Reduce (azalt), Reuse (yeniden kullan) ve Recycle (geri dönüştür) şeklinde kabul görmüştür (Kirchherr ve diğerleri, 2017). Daha sonra 4R, 5R 6R ve 9R şeklinde yeni ilkeler eklenmiştir. Temel ilkelere ek olarak literatürde farklı araştırmacılar tarafından önerilen diğer ilkeler; refuse (reddetme), rethink (yeniden düşünme), repair (tamir etme), remanufacture (yeniden üretme), recover of energy (enerjiyi dönüştürme), renovation (yenileştirme), refurbish (yenileme), repurpose (amacı yenilemek) şeklindedir (Yan ve Feng, 2014; Van Buren ve diğerleri, 2016; Potting ve diğerleri, 2017; Reike ve diğerleri 2018; Akarsu, 2021).

Tablo 1. Döngüsel ekonomi ilkeleri

Kod	İlkeler	Açıklama
R1	Azalt (Reduce)	Daha az doğal kaynak ve malzeme tüketerek verimliliği arttırmak
R2	Yeniden Kullan (Reuse)	Atık hale gelmemiş bir ürünü üretime amacına uygun olarak yeniden kullanmak
R3	Tamir Et (Repair)	Ürünün bakım ve tamirini yaparak orijinal haline dönüştürmek
R4	Reddet (Refuse)	Ürünün kullanımından vazgeçmek ya da işlevi farklı bir şekilde sunarak (ör;dijital) ürünü gereksiz hale getirmek
R5	Yeniden Düşün (Rethink)	Çok fonksiyonlu ürünler üreterek daha yoğun ürün kullanımı sağlamak
R6	Yenile (Refurbish)	Eskimiş ürünleri mevcut kalitede kullanılabilir hale getirmek
R7	Geri Dönüştür (Recycle)	Atık hale gelmiş ürünleri farklı ürünlerde kullanılmak üzere materyallerine ayırmak ve ortaya çıkan hammadde malzemeleri döngü içinde tutarak geri kazanmak
R8	Yeniden Üret (Remanufacture)	Atık üründen elde edilen materyalleri yeni bir ürün için kullanmak
R9	Başka Bir Amaca Uygun Hale Getir (Repurpose)	Atık bir ürünü ya da materyali farklı fonksiyonları olan yeni bir üründe kullanmak

Kaynak: Döngüsel Ekonomi Rehberi (2020)

Tablo 1’de döngüsel ekonomi ilkelerinin açıklamalarına yer verilmiştir. Daha kapsamlı döngüsel ekonomi modeli, eko-tasarım, onarım, yeniden kullanım, yenileme, yeniden üretim, ürün paylaşımı, atık önleme ve atık geri dönüşüm ilkelerinden oluşur (Banaité ve Tamošiūnienė, 2016).

3. LİTERATÜR TARAMASI

Döngüsel ekonomi kavramına ilişkin gelişmekte olan bir literatürden bahsetmek mümkündür. Özellikle son yıllarda popülerlik kazanmış olan döngüsel ekonomi kavramına ilişkin yapılan çalışmalarda artış görülmektedir.

Döngüsel ekonomiye ilişkin literatür incelendiğinde makro (ulusal ölçekte) ve mikro (işletme ölçeğinde) performans analizleri, kavrama ilişkin literatür araştırmaları, döngüsel performans ölçümüne ilişkin geliştirilen endeksler/göstergeler sunulduğu görülmektedir. Makro ölçek kullanılan çalışmalara örnek olarak; Fura ve diğerleri (2020) çalışmalarında, 28 Avrupa Birliği (AB) ülkesinin döngüsel ekonomi ilerleme düzeyini Eurostat göstergelerini kullanarak test etmiştir. Benelüks ülkelerinde yüksek döngüsel ekonomi seviyelerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Yılmaz (2022) AB ülkelerinin döngüsel ekonomi performansını ölçtüğü çalışmasında Veri Zarflama Analizi kullanarak 2016-2018 yıllarına ilişkin Eurostat verileri ile ülke etkinliğine ilişkin karşılaştırma yapmıştır. Moraga ve diğerleri (2019), çalışmalarında mikro ölçekli ve AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı’na ait makro ölçekli göstergeler seçerek döngüsel ekonomiye ilişkin bir sınıflandırma çerçevesi hazırlamıştır. Bir gösterge setinin kullanılması önerilen çalışmada göstergelerin daha çok geri dönüşüm ve malzeme kullanımına odaklandığını belirtmişlerdir. Apaydın (2020) OECD ülkeleri üzerinde panel veri analizi kullanarak yaptığı çalışmasında ekonomik büyüme ile atık yönetimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Ateş (2021) çalışmasında AB ülkelerinde döngüsel ekonomi kapsamında gayri safi yurt içi hasıla ile geri dönüşüm arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Panel veri analizinin kullanıldığı çalışmada ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyen oranların plastik atıkların ve eski otomobil atıklarının geri dönüşümü olduğu belirlenmiştir.

Literatürde mikro ölçekte araştırmalar yapan çalışmalara örnek olarak; Azevedo ve diğerleri (2017) imalat işletmeleri için sürdürülebilirlik ve döngüsellik bir arada ölçen beş aşamalı Sürdürülebilir Döngüsel Endeks modelini önermişlerdir. Göstergeler işletmelerin günlük faaliyetlerinde ve sürdürülebilirlik raporlarında kullanılan kriterlere/metodolojilere uygun olarak belirlenmiştir. Küresel Raporlama Girişimi (GRI) göstergeleri ve işletmelerin azaltma, geri dönüşüm, yeniden kullanım oranları ile yapılacak performans ölçümü için endekse dahil edilecek göstergelerden olmuştur. Model işletmelerin döngüsellik ve sürdürülebilirlik performanslarının ölçümü için bir rehber olarak ifade edilmiştir. Modelde ekonomik, sosyal çevresel ve döngüsel ekonomiye ilişkin çerçeveler sunulmaktadır. Yine Shuaib ve diğerleri (2014) çalışmalarında, ürünün yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirliğini değerlendirmek için Ürün Sürdürülebilirlik Endeksi sunmuşlardır. 6R ilkelerinin (azaltma, yeniden kullanma, geri dönüştürme, geri kazanma, yeniden tasarlama ve yeniden üretim uygulamaları) temelinde ekonomik, çevresel, sosyal ana boyutlar için 49 gösterge belirlenmiştir. Geliştirilen model benzer iki elektronik bir ürün firması için test edilmiştir. Corona ve diğerleri (2019) çalışmalarında sürdürülebilirlik kavramına bağlı olarak döngüsel ekonominin nasıl ölçüleceğine dair bilgiler sunulmaktadır. Saidani ve diğerleri (2019), eko-tasarım ve sürdürülebilirlik (GRI) göstergelerinden esinlenerek 55 adet döngüsel ekonomi göstergesi belirlediği

çalışmalarında 10 kategori altında (seviye, döngüsellik ilkeleri, performans, perspektif, kullanım amacı, çaprazlık, boyut, birimler, format ve kaynak) göstergeleri sınıflandırmışlardır. 20 mikro (işletme düzeyi) gösterge üzerinden istatistiksel analizler yapılmıştır. Huysman ve diğerleri (2017) çalışmalarında, endüstriyel işlemlerden sonra oluşan plastik atıkların döngüsel ekonomi içerisindeki performansını ölçebilmek için göstergeler geliştirmişlerdir. Moreno ve diğerleri (2021) makro döngüsel ekonomi göstergelerinin mikro ölçekte de uygulanabilirliğini görebilmek adına uzman görüşleri aldığı (yarı yapılandırılmış mülakat ve anket) çalışmalarında, bu göstergelerin uzmanlarca işletmelerde de döngüsel ekonomiyi ölçebilecek olduğunu belirlemişlerdir. Belirlenen göstergeler İspanya Bask Bölgesi'nde yer alan işletmelerde test edilmiştir.

Sassanelli ve diğerleri (2019) ise literatür taraması yaparak mevcut döngüsel ekonomi performans değerlendirme yöntemlerinin tespitine ilişkin ve bir işletmenin döngüsel ekonomi performansını ölçmek için önerilerde bulunmuştur. Yine Figge ve diğerleri (2018), çalışmalarında hem uzun ömürlü kaynak kullanımını hem de döngüsellik için göstergeler belirlemişlerdir. Elia ve diğerleri (2016), daha çok sürdürülebilirliğin çevresel boyutuna odaklandıkları çalışmalarında, mikro düzeyde döngüsel ekonomi stratejileri ile daha eksiksiz bir metodoloji sunmuşlardır.

Kirchherr ve diğerleri (2017) çalışmalarında, döngüsel ekonomiye ilişkin 17 boyutta 114 tanımlı analiz ederek kavramın literatürde en çok azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüşüm ifadelerine karşılık gelecek şekilde kullanıldığını belirtmişlerdir. Döngüsel ekonominin temel amacının ekonomik refah ve çevre kalitesi olmasına rağmen bu kavram ile sürdürülebilir kalkınma arasında çok az bağlantı kuran çalışma olduğu da ifade edilmiştir. Lieder ve Rashid (2016) çalışmalarında, tüm paydaşların dikkate alındığı döngüsel ekonomiyi kolektif bir şekilde uygulayabilmek için yukarıdan aşağıya (kamu kurumları) ve aşağıdan yukarıya (sanayi) çalışan bir yaklaşım önermişlerdir. Gedik (2020) çalışmasında döngüsel ekonomiyi teorik bir çerçeve kapsamında sunmuştur. Çalışmada döngüsel ekonomiye ilişkin farkındalığın, fırsatların ve zorlukların bir değerlendirmesi yapılmıştır. Yine Önder (2018) sürdürülebilir kalkınma temelinde döngüsel ekonomiye ilişkin bir çerçeve sunmuştur. Sauve ve diğerleri (2016) çalışmalarında, disiplinlerarası bir kavram olan döngüsel ekonominin araştırmacılar tarafından fırsatlarının, zorluklarının anlaşılmasına yardımcı olacak literatür araştırmalarına yer vermişlerdir. Fidan (2020) çalışmasında, temiz üretim, ekotasarım-endüstriyel simbiyoz araçlarıyla ülkemizdeki sürdürülebilir sanayi politikalarının mevcut durumunu STK, özel sektör ve kamu üzerinden incelemiş ve belirli performans göstergelerinin hazırlanarak sanayi alanında ölçüm yapılmasını vurgulamıştır. İlhan (2021), çevresel sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, döngüsel ekonominin çevresel sürdürülebilirliğin boyutları üzerindeki işlevselliğine odaklanılmıştır. Döngüsel ekonomi stratejileri içerisinde yer alan doğal kaynakları koruma, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir ürün kullanımı, geri dönüşüm, sıfır atık kavramlarının çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağladığı belirtilmiştir. Ay Türkmen ve Kılıç (2020) çalışmalarında, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı olan döngüsel ekonomiye ilişkin literatür araştırması sunmuşlardır. Sapmaz Veral (2019) döngüsel ekonomi modelini ve sistemin temelini oluşturan döngüleri incelediği literatür araştırmasında atık yönetimi kapsamında değerlendirmeler sunulmaktadır.

Literatürde döngüsel ekonomiye ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde kavram ve uygulama modellerine ilişkin kapsamlı çalışmalar yer alsa da ürünlerin, işletmelerin, sektörlerin döngüselliklerini ölçen araçların, kriterlerin yeterince iyi tanımlanmadığı görülmektedir (Moreno ve diğerleri, 2021). Elia ve diğerleri (2016) çalışmalarında, döngüsel ekonomi literatürünün seviye dağılımını incelemiş ve çalışmaların %56'sının makro düzeyi (ulusal), %25'inin mezo (sektör) düzeyi ve %19'unun mikro (işletme, ürün) düzeyi incelediğini tespit etmişlerdir. Toplumların, işletmelerin döngüsel ilerlemelerini ölçebilmek için göstergelere ihtiyaç olduğunu söylemek mümkündür (Figge ve diğerleri, 2018). Çalışmada performans ölçümünde çok kriterli karar vermek tekniklerinden Soy Temür (2022) ve Karahan ve Kızılcı (2022) çalışmalarında önerildiği gibi TOPSIS yöntemi tercih edilmiş, yöntemde ihtiyaç duyulan kriter ağırlıkları da entropi yöntemi ile hesaplanmıştır.

AB Yeşil Mutabakatı, pandemi, iklim değişikliği, enerji vb. nedenlerle oldukça gündemde olan döngüsel ekonomi, ülkemizde de 2019 yılı itibarıyla sürdürülebilirlik adı altında uygulanmaya başlanmıştır. Özellikle de ihracat yapan ülkemiz işletmelerinin sürdürülebilirlik kapsamında döngüsel ekonomi uygulamaları gerçekleştirdiklerini görmek mümkündür (Balbay ve diğerleri, 2021). Ülkemizde de bu yeni ekonomik modele artan ilgi nedeniyle bu çalışmada döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde (azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm...) imalat işletmelerinin döngüsel ekonomi performansları ölçülerek literatüre katkı sunmak amaçlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

İmalat işletmeleri önemli bir hammadde tüketicisidir. Aynı zamanda da büyük ölçekte atık üreten kurumlardır. Yaşanan küresel sorunlar kaynak verimliliği ve atıkların geri dönüşümü başta olmak üzere birçok temel noktada imalat işletmelerinin de yeni iş modelleri geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Döngüsel

ekonomi modeli de işletmelerin faaliyetlerini sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde gerçekleştirmelerine imkan tanıyacak bir araç konumundadır. Bu nedenle de çalışmada Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi imalat işletmelerinin sürdürülebilirlik çerçevesinde hazırladıkları raporlar kullanılarak döngüsel ekonomi performans ölçümü yapılmıştır.

4.1. Araştırmanın Amacı Kapsamı ve Önemi

2015 AB Döngüsel Eylem Planı ile özellikle AB ülkeleri ve Çin gibi büyük ekonomilerde ulusal politikaların değiştiği yeni bir dönem başlamıştır. Ülkemizde de döngüsel ekonomi alanındaki gelişimin boyutunun ve etkisinin analiz edilerek değerlendirilmesi, sorumlu üretim anlayışına sahip işletmelerin gelecekteki performansına da önemli katkı sağlayacaktır. Mikro ölçekte işletmelerin döngüsel ekonomi performanslarının ortaya konulması, mezo ölçekte sektörün ve makro ölçekte ülkelerin de döngüsel performanslarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde 2020 yılında değerlemeye tabi tutulan imalat işletmelerinin döngüsel ekonomi performansını ölçmektir. Döngüsel ekonomi ilkeleri temel alınarak oluşturulan göstergeler ile yapılan performans ölçümü araştırmanın özgün tarafını oluşturmaktadır. Çalışma bu yönü ile literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

4.2. Materyal ve Yöntem

Döngüsel ekonomi modelinin ülkemiz için oldukça yeni bir kavram olması, bu konuya işletmelerin adaptasyonundaki eksiklik, döngüsel performansın ölçülmesi ve karşılaştırılması için gerekli, nitelikli verinin elde edilmesinde sıkıntı söz konusudur. Bu nedenle en son yayınlanmış olan 2020 yılı raporları kullanılarak performans ölçümü yapılmıştır.

Bu tarihlerde endeks değerlemesinde yer alan 21 işletme içinde AFYON, TATGD, PETKM işletmeleri kapsam dışında bırakılmıştır. Yapılan incelemelerde işletmelerin döngüsel ekonomiye ilişkin açıklamalarını hem sürdürülebilirlik raporlarında hem de entegre raporlarda açıkladıkları görülmüştür. Bu nedenle araştırmada 18 işletmenin bu kurumsal raporları üzerinden veri toplanmıştır. Çalışmada performans sıralaması yapılacak olan işletmeler Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Çalışma kapsamında yer alan işletmeler (Alternatifler)

<i>İşletme Kodu</i>	<i>İşletme Adı</i>	<i>İşletme Kodu</i>	<i>İşletme Adı</i>
AEFES	Anadolu Efes	KORDS	Kordsa Global
ARCLK	Arçelik	KARDMR	Kardemir
AYGAZ	Aygaz	OTKAR	Otokar
BRISA	Brisa	TOASO	Tofaş Oto Fabrikaları
CCOLA	Coca-Cola	TUPRS	Tüpraş
CIMSA	Çimsa	TTRAK	Türk Traktör
EREGL	Ereğli Demir Çelik	ULKER	Ülker
FROTO	Ford Otosan	VESTL	Vestel Elektronik
KERVT	Kerevitaş Gıda	VESBE	Vestel Beyaz Eşya

Literatürde oldukça yaygın kullanılan içerik analizi yöntemi ile finansal olmayan bilgilerin analiz edilebilir hale dönüştürülmesi mümkün olmaktadır (Aras ve diğerleri, 2020). İşletmelerin döngüsel ekonomi açıklamaları da tıpkı sürdürülebilirlik açıklamaları gibi finansal olmayan veriler kapsamında değerlendirileceğinden çalışmada bu yöntem tercih edilmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan içerik analizi; bir metin içerisindeki belirli kelimelerin, kavramların veya nesnelerin var olup olmadığını analiz edebilmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu sayede istenilen kelimeler, kavramlar eserler içerisinde araştırılır ve bir çıkarımda bulunulur. İstenilirse bu veriler sayısal bir veri haline de dönüştürülebilir. Son dönemde içerik analizi yöntemi işletmelerin sürdürülebilirlik raporlarının incelenmesinde çok fazla tercih edilen bir araç olmuştur (Aras ve diğerleri, 2016). Araştırmanın İçerik Analizi sonuçları Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. İçerik analizi sonuçları

İşletme	Enerji Tüketimi ve Verimliliği	Su Tüketimi ve Verimliliği	Emisyon ve Azaltım	Atık Yönetimi ve Azaltımı	Malzeme, Ürün ve Hizmet Verimliliği
AEFES	5	4	5	4	2
ARCLK	3	0	3	2	7
AYGAZ	6	3	4	4	1
BRISA	2	4	4	5	5
CCOLA	3	3	4	5	3
CIMSA	4	4	4	4	6
EREGL	3	1	2	4	3
FROTO	5	4	3	3	3
KERVT	5	3	3	2	3
KORDSA	5	4	4	4	6
KRDMD	3	3	5	4	4
OTKAR	5	3	5	3	1
TOASO	6	4	5	4	2
TUPRS	3	4	1	4	3
TTRAK	4	3	4	2	5
ULKER	5	2	5	2	4
VESTL	6	4	4	4	5
VESBE	6	4	5	4	3

Çalışmada içerik analizi yöntemi ile elde edilen veriler Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) ile analize tabi tutulmuş ve işletmelerin döngüsel ekonomi performans karşılaştırması yapılmıştır. TOPSIS tekniğinin mantığı negatif ve pozitif ideal çözüm setleri belirlemektir. Yöntem ile alternatiflerin sıralanarak ideal çözüme göreceli yakınlık oluşturulur. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterini maksimize, maliyet kriterini minimize eden bir çözümdür. 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 ve diğerleri, 2011). TOPSIS de ağırlıklandırılmış matris için kullanılması gereken ağırlıklar Entropi yöntemi ile belirlenmiştir. Entropi; kriterlerin öneminin kendi özelliklerine bağlı olduğunu vurgulayan nesnel bir yöntemdir (Saraç ve Alptekin, 2017). Bu yöntemde karar vericinin öznel yargıları dikkate alınmaz, göstergelerin orijinal değerleri kullanılarak objektif bir ağırlıklandırma yapılır (Aras ve diğerleri, 2020). Shannon ve Weaver (1948) bilginin içerisinde yer alan belirsizlik olarak tanımladıkları entropi kavramını literatüre ilk öneren kaynak olmuştur. Sonrasında Wang ve Lee (2009) tarafından ağırlıklandırma için kullanımı önerilmiştir.

4.2.1. Entropi Yöntemi

Çalışmada Entropi ile ağırlıklandırma, basit matematiksel hesaplamalara dayanarak kriterler için nesnel karar alabilme imkânı tanıdığı için tercih edilmiştir. Entropi ile ağırlıklandırma için şu basamaklar sırası ile takip edilmiştir:

Adım 1. Değerlendirme matrisi düzenlenir. Satırlarda alternatifler (işletmeler) sütunlarda kriterler yer alacak şekilde değerlendirme matrisi düzenlenir (Eşitlik 1). Alternatifler m ile kriterler ise n ile temsil edilmektedir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2. Kriterlerin fayda ve maliyet unsurları dikkate alınarak standardizasyonu yapılır. Farklı birimlerde yer alan kriterlerden oluşan bir matris söz konusu olduğu için fayda ve maliyet unsurları dikkate alınarak standardize işlemi uygulanır. Fayda ve maliyet unsurları için sırasıyla Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j(x_{ij})}{\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_j(x_{ij}) - x_{ij}}{\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Matrisin standardize edilmiş hali R matrisi ile gösterilmektedir (Eşitlik 4).

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 3. Tüm göstergelerin entropi değerleri hesaplanır: R matrisi kullanılarak f_{ij} değerleri bulunur (Eşitlik 5). Daha sonra Eşitlik 6 ile kriterin entropi değeri hesaplanır.

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$e_j = \frac{\sum_{i=1}^m f_{ij} \ln(f_{ij})}{\ln(m)}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Formülde \ln doğal logaritmayı temsil etmekte ve $-1/\ln(m)$ katsayısı $0 \leq E_j \leq 1$ olmasını sağlamaktadır. f_{ij} değerlerinin hepsinin aynı olduğu durumda indeks j 'nin Entropi değeri maksimum olup $e_j = 1$ değerini almaktadır.

Adım 4. Son adımda göstergelerin her birinin Entropi ağırlıkları hesaplanır: Üçüncü adımda elde edilen Entropi değerleri kullanılarak kriterlerin Entropi ağırlıkları Eşitlik 7 yardımıyla hesaplanır.

$$w_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{i=1}^m e_j}, \sum_{i=1}^n w_j = 1, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Elde edilen Entropi ağırlıkları için yorum yapıldığında şunları söylemek mümkün olacaktır; daha yüksek Entropi ağırlığına sahip bir kriter karar almada daha önemlidir (Saraç ve Alptekin, 2017).

4.2.2. TOPSIS Yöntemi

Çalışmada TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin (işletmelerin) 3 boyutta ele alınan göstergeleri de tek boyuta indirgenmekte ve böylece döngüsel ekonomi performans karşılaştırması da yapılabilmektedir. Bir boyutta yüksek performansın döngüsel ekonomi performansında yüksekliği garanti etmesi söz konusu olmadığından üç boyutun açıklama sayıları kullanılarak entropi ağırlıkları hesaplanmış ve bu ağırlıklar TOPSIS'te kullanılmıştır. TOPSIS yöntemi aşağıdaki adımlarla uygulanır:

Adım 1. Karar matrisi oluşturulur: Çalışmada sıralanmak istenen karar noktaları işletmeler, karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri de kriterlerden oluşmaktadır. Karar matrisi Eşitlik 8'de gösterilmektedir. Matriste m karar noktası sayısını (işletme), n değerlendirme faktörü sayısını (göstergeler) temsil etmektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Adım 2. Karar matrisi standardize edilir: Her bir kriter değeri, o kriterin kareleri toplamının kareköküne bölünür ve böylece karşılaştırılabilir bir örnek elde edilir. Bu işlem Eşitlik 9'daki şekilde formüle edilir.

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

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Adım 3. Standardize edilmiş karar matrisi ağırlıklandırılır: Standardize edilmiş karar matrisi Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıklarla çarpılır ve böylece ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir (Eşitlik 11 ve 12). Eşitlik 12'de yer alan V matrisi için göstergelerin ağırlıkları R matrisinde yer alan her bir değer ile çarpılmıştır. Göstergelerin ağırlıkları toplamı 1'e eşittir.

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (11)$$

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Adım 4. Pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri oluşturulur: V matrisinin her bir sütununda maksimum ve minimum değerler belirlenir. Pozitif ideal çözüm kümesinde ağırlıklandırılmış matrisin sütunlarının maksimum değeri (Eşitlik 13), negatif ideal çözüm kümesinde ağırlıklandırılmış matrisin minimum değerleri (Eşitlik 14) kullanılır.

$$A^+ = \text{maksimum} (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+) \quad (13)$$

$$A^- = \text{minimum} (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-) \quad (14)$$

Adım 5. Uzaklık değerleri hesaplanır: Aşağıdaki formüller yardımıyla maksimum ve minimum ideal noktalara olan uzaklık değerleri hesaplanır. Öklit uzaklığı kullanılarak yapılan bu işlemde her bir alternatifin (işletmeleri) pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları belirlenir (Eşitlik 15 ve 16). Alternatif (işletme) sayısı kadar S_i^+ ve S_i^- hesaplanmış olmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

Adım 6. İdeal çözüme göre nispi yakınlık hesaplanır ve sıralama yapılır: Pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıklar kullanılarak her bir alternatif için nispi yakınlık C_i^* hesaplanır. Bu hesaplama Eşitlik 17'de verilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (17)$$

C_i^* değeri aralığında $0 \leq C_i^* \leq 1$ değere sahip olacaktır. $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir. TOPSIS yönteminin son aşamasında elde edilen değerler büyükten küçüğe doğru dizilerek alternatiflerin (işletmelerin) önem dereceleri belirlenmektedir. Sıralamada öncelik ideal çözüme olan yüksek yakınlık anlamına gelmektedir (Alptekin ve Şıklar, 2009).

4.3. Araştırma Süreci

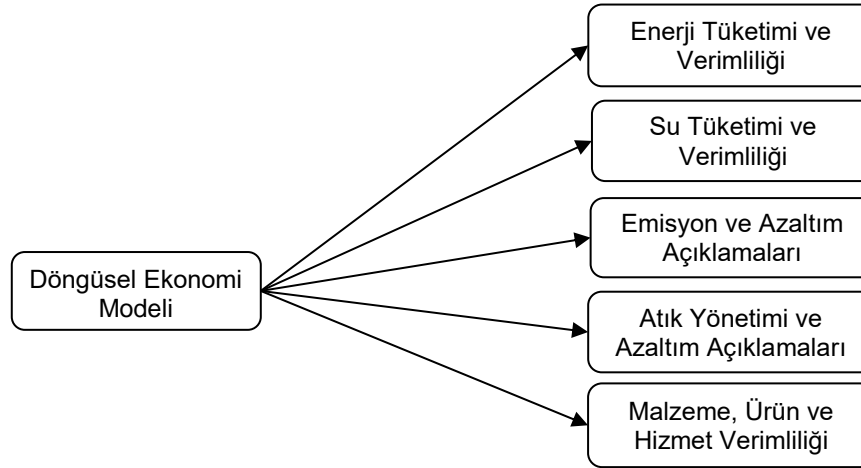
Araştırma kapsamında döngüsel ekonomi değerlemesinde kullanılmak üzere 33 gösterge belirlenmiştir. Göstergeler belirlenirken Küresel Raporlama Girişimi (GRI), Sürdürülebilirlik İlkesi Uyum Çerçevesi ve döngüsel ekonomi literatürü temel alınmıştır. Gösterge modeli Şekil 1'de gösterilmektedir. Çalışma kapsamında seçilen göstergeler, göstergelere ilişkin açıklamalar ve referanslar Tablo 4'te sunulmuştur. Veri toplanırken, raporlarda yer alan tüm cümleler tek tek okunarak ilgili gösterge ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca 2 uzman görüşü de alınarak kodlamanın doğruluğu teyit edilmiştir. Göstergelere ilişkin niteliksel/niceliksel bir açıklama bulunmaması durumunda "0", niteliksel/niceliksel bir açıklama bulunması durumunda "1" ile puanlanmıştır. Böylece tüm göstergelere ve boyutlara ilişkin açıklamalar kapsamında puanlar belirlenmiştir. Çalışmada bir işletmenin alabileceği maksimum puan 33 olacaktır. Araştırma bir yılı kapsadığı için açıklama sayılarının kullanılması karşılaştırabilirlik için uygundur. Yıllar itibari ile yapılan çalışmalarda ise açıklama sayılarına ilişkin puanlar yerine oransal değerler kullanılması yararlı olacaktır.

Tablo 4. Çalışma kapsamında yer alan göstergeler, açıklamaları ve ilişkili ilkeler

Gösterge	Açıklama	Kaynak	İlkeler
Enerji Tüketimi ve Verimliliği (K₁)			
Yenilenebilir Tüketimi	Enerji İşletmelerin yenilenebilir enerji miktarı hakkında nitel/nicel açıklamalar	GRI G4-EN6, EN7, EN31, Di Mario ve Ren (2015)	Azalt
Tüketilen Enerji Türleri	İşletmelerin kullandıkları enerji türleri hakkında nitel/nicel açıklamalar	G4-EN3	Azalt
Enerji Azaltmaya Girişimler	Tüketimini Yönelik Enerji tüketimini azaltmaya yönelik faaliyetler hakkında nitel/nicel açıklamalar	GRI G4-EN6, Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Chun-ron (2011)	Azalt
Yenilenemez Tüketimi (Kullanımı)	Enerji Yenilenemez enerji tüketimi nicel açıklamalar	G4-EN3, Azevedo ve diğerleri (2019)	Azalt
Enerji Verimliliği	Tasarrufu ve Enerji Enerji kullanımında verimliliğe ilişkin nitel/nicel açıklamalar	GRI G4- EN7, Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt
Ürüne Göre Yoğunluk Oranı	Enerji İşletmelerin birim ürün için harcadıkları enerji açıklamaları	G4-EN5, Azevedo ve diğerleri (2019)	Azalt
Yenilenebilir Yatırımları	Enerji Yenilenebilir enerji yatırımları hakkında nitel/nicel açıklamalar	Ellen MacArthur Foundation (2015)	Yeniden Düşün, Yenileştir
Su Tüketimi ve Verimliliği (K₂)			
Su Tüketimi (Kaynaklarına Göre Kullanımı)	Su kullanım miktarlarına ilişkin niceliksel açıklamalar	GRI G4- EN8, Azevedo ve diğerleri (2019), Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Ma ve diğerleri (2014), Wen ve Meng, (2015), Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt
Geri Kazanılan ve Yeniden Kullanılan Su Miktarı	Yeniden kazanılan su miktarlarına ilişkin niceliksel açıklamalar	G4-EN10, Di Mario ve Ren (2015), Elia ve diğerleri (2014), Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt, Yeniden Kullan
Atık Su Miktarı	Atık su miktarlarına ilişkin niceliksel açıklamalar	Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt, Yeniden Kullan
Ürüne göre su yoğunluk oranı	Bir ürün başına tüketilen su hakkında niceliksel açıklamalar	Azevedo ve diğerleri (2019)	Azalt
Su ayak izi	İşletmenin su ayak izi hesaplamaları hakkında yapılan nitel/nicel açıklamalar	Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt
Emisyon ve Azaltım Açıklamaları (K₃)			
Sera Gazı (CO ₂) Emisyonu	İşletmenin toplam CO ₂ emisyonuna ilişkin niceliksel açıklamalar	GRI G4-EN 15-16, Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Elia ve diğerleri (2016), Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt
CO ₂ için doğrudan ve dolaylı emisyon açıklamaları	İşletmenin doğrudan ve dolaylı CO ₂ emisyonuna ilişkin niceliksel açıklamalar	GRI G4-EN 15-16, Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Elia ve diğerleri (2016), Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt
CO ₂ için azaltım açıklamaları	İşletmenin yıllar itibarıyla CO ₂ emisyonundaki azalmaya ilişkin niceliksel açıklamalar		Azalt
Diğer Dolaylı Sera Gazı Emisyonları	CO ₂ dışındaki diğer CH ₄ , SO ₂ vb. diğer emisyonlar hakkında niceliksel açıklamalar	G4-EN17, Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Elia ve diğerleri (2016), Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt
Ürüne Göre Yoğunluk Oranı	Karbon İşletmelerin birim ürünü için salınan CO ₂ hakkında niceliksel açıklamalar	Azevedo ve diğerleri (2019)	Azalt

Tablo 4. (Devamı)

Gösterge	Açıklama	Kaynak	İlkeler	
Atık Yönetimi ve Azaltım Açıklamaları (K₄)				
Geri Kazanılan Tehlikeli/Tehlikesiz Atık Miktarları	Tehlikeli/tehlikesiz geri kazanımı hakkında nitel/nicel açıklamalar	G4-EN25, Azevedo ve diğerleri (2019)	Azalt, Yeniden Kullan, Geri dönüştür	
Bertaraf edilen Tehlikeli/Tehlikesiz Atık Miktarları	Tehlikeli/tehlikesiz bertaraf edilen katı atık hakkında nitel/nicel açıklamalar	Shuaib ve diğerleri (2014)		
Atık geri dönüşüm oranı	Tüm atıkların geri dönüşüm oranı hakkında niceliksel bilgi		Geri Dönüştür	
Atık türleri (cam, kağıt vb).	Atıkların türleri ve miktarları hakkında nitel/nicel açıklamalar		Azalt	
Sıcaklık, ışık, gürültü vb. diğer atık türleri	Bu atıklar hakkında yapılan nitel/nicel açıklamalar	Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt	
Sıfır Atık	İşletmelerin sıfır atık prosesi kapsamında yaptıkları nitel ve nicel açıklamalar	Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt	
Malzeme, Ürün ve Hizmet Verimliliği (K₅)				
Malzeme Kullanımı (HammaddeTüketimi)	Kullanılan hammadde/malzeme hakkında nitel/nicel açıklamalar	G4-EN1, Shuaib ve diğerleri (2014)	Azalt	
Hammadde/Malzeme verimliliği	Geri dönüştürülebilir ürün satış yüzdesi/ Dönüştürülmüş veya yeniden üretilmiş içerikten hammadde yüzdesi açıklamaları	Ellen MacArthur Foundation (2015), Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Quing, (2011)	Azalt, Geri Dönüştür	
Yeniden Kullanılan Malzeme Oranı	Ürünler için yeniden kullanılan malzeme hakkında niceliksel açıklamalar	Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Elia ve diğerleri (2016), Shuaib ve diğerleri (2014)	Yeniden Üret	
Ürünlerin Edilmesinde Dönüştürülmüş Kullanımı	Elde Geri Malzeme Üretimi	Ürünlerde geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı hakkında niteliksel açıklamalar	G4-EN2, Azevedo ve diğerleri (2019), Linder ve diğerleri (2017), Shuaib ve diğerleri (2014)	Geri Dönüştür
Geri Dönüştürülen Ambalaj Kullanımı	Yaşam döngüsü sonunda geri kazanılan ürün oranı	Geri dönüştürülen ürün mevcudiyeti hakkında nitel/nicel açıklamalar	G4-EN28, Shuaib ve diğerleri (2014)	Geri Dönüştür
Yaşam döngüsü sonunda geri kazanılan ürün oranı	Yaşam döngüsü sonunda geri kazanılan ürünleri için yaptıkları nitel/nicel açıklamalar	G4-EN28, Shuaib ve diğerleri (2014)	Geri Dönüştür	
Ürünlerin bakımı ve onarımı	İşletmelerin ürünlerin arıza, bakım onarım vb. nitel/nicel açıklamaları	Shuaib ve diğerleri (2014)	Yeniden dönüştür	
Yeniden Üretimi	Kullanılan Ürün	Yeniden kullanılan ürün mevcudiyeti hakkında nitel/nicel açıklamalar	Banaité ve Tamošiūnienė (2016), Elia ve diğerleri (2016), Chun -ron (2011), Shuaib ve diğerleri (2014)	Yeniden Kullan
Lojistik Çevresel Azaltmaya Girişimler	Faaliyetlerin Etkilerini Yönelik	Lojistik faaliyetlerden kaynaklanan çevresel etki açıklamaları	GRI G4-EN30	Azalt



Şekil 1. Döngüsel ekonomi modeli

5. BULGULAR

İçerik analizi ile toplanan verilerin ilk olarak entropi yöntemi ile ana kriterleri üzerinden ağırlıkları hesaplanmış ve bu ağırlıklar TOPSIS yöntemi ile performans sıralaması için kullanılmıştır. Son olarak kriterlerin ağırlıkların karar alma üzerindeki hassasiyetini görebilmek adına çeşitli senaryolar üzerinden duyarlılık analizi yapılmıştır.

5.1. Entropi Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Tablo 2'de yer alan açıklama sayıları Eşitlik 1 yardımıyla ilk aşamasında alternatiflerin ve kriterlerin yer aldığı değerlendirme matrisine dönüştürülür ve Eşitlik 2 ve 3 kullanılarak Tablo 5'te yer alan normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

Tablo 5. Normalize edilmiş karar matrisi

Alternatif/Kriter	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
AEFES	0,25	0,00	0,00	0,33	0,83
ARCLK	0,75	1,00	0,50	1,00	0,00
AYGAZ	0,00	0,25	0,25	0,33	1,00
BRISA	1,00	0,00	0,25	0,00	0,33
CCOLA	0,75	0,25	0,25	0,00	0,67
CIMSA	0,50	0,00	0,25	0,33	0,17
EREGL	0,75	0,75	0,75	0,33	0,67
FROTO	0,25	0,00	0,50	0,67	0,67
KERVT	0,25	0,25	0,50	1,00	0,67
KORDSA	0,25	0,00	0,25	0,33	0,17
KRDMD	0,75	0,25	0,00	0,33	0,50
OTKAR	0,25	0,25	0,00	0,67	1,00
TOASO	0,00	0,00	0,00	0,33	0,83
TUPRS	0,75	0,00	1,00	0,33	0,67
TTRAK	0,50	0,25	0,25	1,00	0,33
ULKER	0,25	0,50	0,00	1,00	0,50
VESTL	0,00	0,00	0,25	0,33	0,33
VESBE	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67

Eşitlik 5 ve 6 yardımıyla tüm kriterlerin entropi değerleri hesaplanır. Tablo 6'da belirtildiği gibi Eşitlik 7 kullanılarak da kriterlerin her birinin entropi ağırlıkları hesaplanır.

Tablo 6. Kriter ağırlıkları

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
0,1727	0,3947	0,2488	0,1124	0,0714

Objektif bir değerlendirme sunan Entropi yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına bakıldığında en fazla ağırlığa sahip olan kriterin Su Tüketimi ve Verimliliği kriteri olduğu görülmektedir.

5.2. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Entropi yönteminde kullanılan karar matrisi Eşitlik 9 yardımıyla standardize edilir. Araştırmadaki kriterlerin tümü fayda kriteri olduğundan alternatiflerin kriter değerleri buldukları sütundaki en yüksek kriter değerine bölünerek Tablo 7'de normalize edilmiş karar matrisi sunulmuştur.

Tablo 7. Normalize edilmiş karar matrisi

Alternatif/Kriter	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
AEFES	0,258	0,281	0,292	0,256	0,117
ARCLK	0,155	0,000	0,175	0,128	0,410
AYGAZ	0,310	0,211	0,233	0,256	0,059
BRISA	0,103	0,281	0,233	0,320	0,293
COLLA	0,155	0,211	0,233	0,320	0,176
CIMSA	0,207	0,281	0,233	0,256	0,351
EREGL	0,155	0,070	0,117	0,256	0,176
FROTO	0,258	0,281	0,175	0,192	0,176
KERVT	0,258	0,211	0,175	0,128	0,176
KORDSA	0,258	0,281	0,233	0,256	0,351
KRDMD	0,155	0,211	0,292	0,256	0,234
OTKAR	0,258	0,211	0,292	0,192	0,059
TOASO	0,310	0,281	0,292	0,256	0,117
TUPRS	0,155	0,281	0,058	0,256	0,176
TTRAK	0,207	0,211	0,233	0,128	0,293
ULKER	0,258	0,140	0,292	0,128	0,234
VESTL	0,310	0,281	0,233	0,256	0,293
VESBE	0,310	0,281	0,292	0,256	0,176

Tablo 6'da yer alan kriter ağırlıkları kullanılarak Eşitlik 12'de belirtildiği gibi ağırlıklandırılmış standardize karar matrisi elde edilir. Eşitlik 13 ve 14 yardımıyla da pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri belirlenir.

Tablo 8. Ağırlıklandırılmış standardize karar matrisi ve pozitif-negatif ideal çözüm kümeleri

Alternatif/Kriter	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
AEFES	0,0446	0,1108	0,0725	0,0288	0,0084
ARCLK	0,0268	0,0000	0,0435	0,0144	0,0292
AYGAZ	0,0535	0,0831	0,0580	0,0288	0,0042
BRISA	0,0178	0,1108	0,0580	0,0360	0,0209
CCOLA	0,0268	0,0831	0,0580	0,0360	0,0125
CIMSA	0,0357	0,1108	0,0580	0,0288	0,0251
EREGL	0,0268	0,0277	0,0290	0,0288	0,0125
FROTO	0,0446	0,1108	0,0435	0,0216	0,0125
KERVT	0,0446	0,0831	0,0435	0,0144	0,0125
KORDSA	0,0446	0,1108	0,0580	0,0288	0,0251
KRDMD	0,0268	0,0831	0,0725	0,0288	0,0167
OTKAR	0,0446	0,0831	0,0725	0,0216	0,0042
TOASO	0,0535	0,1108	0,0725	0,0288	0,0084
TUPRS	0,0268	0,1108	0,0145	0,0288	0,0125
TTRAK	0,0357	0,0831	0,0580	0,0144	0,0209
ULKER	0,0446	0,0554	0,0725	0,0144	0,0167
VESTL	0,0535	0,1108	0,0580	0,0288	0,0209
VESBE	0,0535	0,1108	0,0725	0,0288	0,0125
Negatif İdeal	0,0178	0,0000	0,0145	0,0144	0,0042
Pozitif İdeal	0,0535	0,1108	0,0725	0,0360	0,0292

Tablo 9'da alternatiflerin (işletmelerin) ideal çözüme yakınlıklarının bulunabilmesi için Eşitlik 15, 16 ve 17 sırası ile uygulanmıştır.

Tablo 9. Sürdürülebilirlik endeksi imalat sanayi işletmelerin TOPSIS yöntemi ile sıralanması

İşletmeler	$\sum (V_{ij}-V_j^+)^2$	$\sum (V_{ij}-V_j^-)^2$	S_i^+	S_i^-	C_i^*	Sıralama
AEFES	0,0006	0,0166	0,0238	0,1288	0,8439	5
ARCLK	0,0143	0,0016	0,1196	0,0394	0,2477	18
AYGAZ	0,0017	0,0103	0,0407	0,1014	0,7135	11
BRISA	0,0016	0,0149	0,0394	0,1221	0,7561	8
CCOLA	0,0020	0,0094	0,0444	0,0970	0,6860	13
CIMSA	0,0006	0,0151	0,0245	0,1230	0,8342	6
EREGL	0,0098	0,0013	0,0992	0,0365	0,2690	17
FROTO	0,0014	0,0140	0,0375	0,1182	0,7590	7
KERVT	0,0024	0,0085	0,0493	0,0924	0,6519	14
KORDSA	0,0004	0,0155	0,0190	0,1246	0,8680	3
KRDMD	0,0017	0,0107	0,0411	0,1035	0,7156	10
OTKAR	0,0017	0,0110	0,0410	0,1051	0,7193	9
TOASO	0,0005	0,0171	0,0221	0,1309	0,8556	4
TUPRS	0,0044	0,0126	0,0664	0,1124	0,6285	15
TTRAK	0,0018	0,0094	0,0428	0,0970	0,6938	12
ULKER	0,0038	0,0073	0,0614	0,0855	0,5820	16
VESTL	0,0003	0,0159	0,0182	0,1262	0,8738	2
VESBE	0,0003	0,0172	0,0182	0,1311	0,8782	1

Analiz sonucuna göre VESBE işletmesi en yüksek dögüsel performansa sahip olan işletme olmuştur. Bu işletmeyi sırasıyla VESTL ve KORDSA işletmeleri takip etmektedir. En düşük performans sergileyen üç işletme ise sırasıyla ULKER, EREGL ve ARCLK olmuştur.

5.3. Duyarlılık Analizi

Çalışmada Entropi yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıklarının değişmesi durumunda alternatiflerin sıralamasının bu değişikliklere ne kadar duyarlı olduğunu belirlemek için duyarlılık analizi yapılmıştır. 5 farklı kombinasyon oluşturularak her durum için yeniden TOPSIS hesaplamaları yapılmıştır. Tablo 10'da kriterlere verilen ağırlıklar ve Tablo 11'de bu ağırlıklara göre hesaplanan C_1^* değerleri ve sıralamalar yer almaktadır. Duyarlılık analizinin grafiksel gösterimine Şekil 2'de yer verilmiştir.

Tablo 10. Kriterlere verilen farklı ağırlıklar

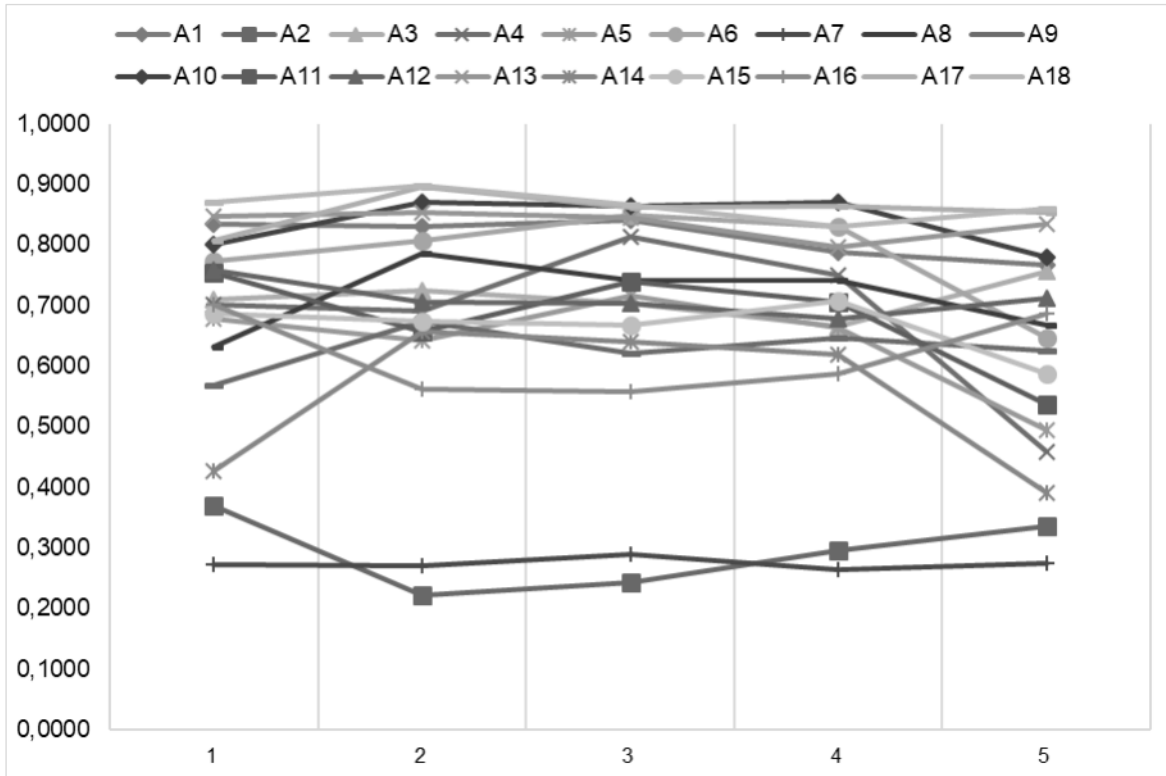
Durum	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
Analiz	0,1727	0,3947	0,2488	0,1124	0,0714
1	0,1727	0,2488	0,3947	0,1124	0,0714
2	0,2488	0,3947	0,1727	0,1124	0,0714
3	0,1124	0,3947	0,2488	0,1727	0,0714
4	0,1727	0,3947	0,2488	0,0714	0,1124
5	0,3947	0,1727	0,2488	0,1124	0,0714

Kombinasyonlar oluşturulurken ilk olarak en büyük kriter ağırlığı kendisinden bir küçük ağırlık ile değiştirilmiştir. Bu şekilde 4 farklı kombinasyon elde edilmiştir. Sonrasında her bir kriterin ağırlığı bir diğeriyle değiştirilerek toplamda 10 farklı kombinasyon oluşturulmuştur. Benzer sıralamaların görülmesi nedeni ile çalışmada ilk 5 kombinasyonun sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 11. Duyarlılık analizi sonuçları

Alt./Durum	Analiz	Sıra	1	Sıra	2	Sıra	3	Sıra	4	Sıra	5	Sıra
AEFES	0,8439	5	0,8338	3	0,8302	5	0,8405	6	0,7889	6	0,7660	5
ARCLK	0,2477	18	0,3703	17	0,2226	18	0,2435	18	0,2959	17	0,3355	17
AYGAZ	0,7135	11	0,7090	10	0,7241	8	0,7045	11	0,6660	12	0,7570	6
BRISA	0,7561	8	0,7020	11	0,6901	10	0,8134	7	0,7509	7	0,4591	15
CCOLA	0,6860	13	0,6782	13	0,6427	15	0,7169	10	0,6631	13	0,4939	14
CIMSA	0,8342	6	0,7728	6	0,8068	6	0,8486	4	0,8301	4	0,6475	10
EREGL	0,2690	17	0,2717	18	0,2694	17	0,2890	17	0,2638	18	0,2751	18
FROTO	0,7590	7	0,6307	14	0,7862	7	0,7421	8	0,7420	8	0,6679	9
KERVT	0,6519	14	0,5687	15	0,6735	11	0,6211	15	0,6471	14	0,6251	11
KORDSA	0,8680	3	0,8011	5	0,8711	3	0,8637	2	0,8707	1	0,7789	4
KRDMD	0,7156	10	0,7549	7	0,6574	14	0,7402	9	0,7051	10	0,5361	13
OTKAR	0,7193	9	0,7582	8	0,7047	9	0,7025	12	0,6779	11	0,7113	7
TOASO	0,8556	4	0,8465	2	0,8542	4	0,8453	5	0,7973	5	0,8355	3
TUPRS	0,6285	15	0,4257	16	0,6579	13	0,6400	14	0,6186	15	0,3901	16
TTRAK	0,6938	12	0,6867	12	0,6732	12	0,6677	13	0,7087	9	0,5869	12
ULKER	0,5820	16	0,7011	9	0,5617	16	0,5571	16	0,5872	16	0,6873	8
VESTL	0,8738	2	0,8071	4	0,8953	2	0,8611	3	0,8637	2	0,8541	2
VESBE	0,8782	1	0,8703	1	0,8970	1	0,8659	1	0,8308	3	0,8607	1

Tablo 11'de yer alan TOPSIS sonuçları incelendiğinde 1,2,3 ve 5 durumları ile karşılaştırıldığında en iyi performansın analiz sonucunda olduğu gibi VESBE işletmesinde olduğu görülmektedir. Yalnızca 4. Durum ortaya çıktığında VESBE işletmesinin sıralamasının 3'e kaydığı görülmektedir. Bu durum gerçekleşirse VESBE işletmesinin yakınlık katsayısının $C_1 = 0,8303$ puana düştüğü görülmektedir. Analiz sonucunda 2. Sırada yer alan VESTEL işletmesi de 4 farklı durumda yine ikinci sırada yer alan işletme olmuştur. Analizde son sıralarda yer alan ARCLK, EREGL işletmelerinin tüm durumlarda yine sıralamanın sonlarında yer alan işletmeler olduğu da görülmektedir. Sıralamalardaki değişimlerin en çok 4 durumu ortaya çıktığında görüldüğünü söylemek mümkündür. 4 numaralı kombinasyon en düşük kriter ağırlığına sahip Malzeme, Ürün ve Hizmet Verimliliği kriterinin değişikliğinin, bir diğer düşük ağırlık olan Atık Yönetimi kriterinin ağırlığı ile değiştirildiğinde gerçekleşen durumdur. Bu kriterlerin ağırlıkları düşük olmasına rağmen sıralama üzerinde etkili olduklarını söylemek mümkündür. 1,2, 3 ve 5 durumlarında ise nispeten daha benzer sıralamalar söz konusudur.



Şekil 2. Duyarlılık analizi sonuçları

Şekil 2’de görüldüğü gibi TOPSIS sonuçları ve duyarlılık analizi sonuçları büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. VESBE (A18) işletmesi 4 durumda da birinci sırada yer alan işletme olmuştur. ARCLK (A2) ve ERGL (A7)’de son sıralarda yer alan işletmeler olmuştur.

6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Gezeganimizde doğal kaynakların sınırlı oluşu, iklim ve çevre sorunlarının artması vb. birçok nedenle mevcut doğrusal ekonomi anlayışının daha fazla sürdürülemez olduğu aşikardır. Geleceğin ekonomisi olarak görülen dögüsel ekonomi, sürdürülebilir refaha doğru evrimi destekleyen ve bu şekilde ekonomik, sosyal ve çevresel boyutların kavşağında bütünleştirici bir çaba haline gelen yeni bir iş modelidir. Sürdürülebilir tasarımdan başlayıp, sürdürülebilir ürünler üreterek ekonomik, çevresel ve sosyal fayda sağlamak isteyen sorumlu işletmeler için de oldukça popüler bir çalışma alanı haline gelmiştir.

Hammaddeden atık geri dönüşümüne kadar her aşamada sürdürülebilirliğin önemli olduğu imalat işletmelerinin dögüsel ekonomi performanslarının ölçümü bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışmada sürdürülebilirlik endeksinde yer alan imalat işletmelerinin dögüsel ekonomi performans ölçümü için dögüsel ekonomi literatürü temel alınarak gösterge seti belirlenmiştir. İmalat işletmelerinin belirlenen göstergeler üzerinden performans ölçümleri yapılmıştır. TOPSIS yöntemi kullanılarak performans sıralaması yapıldığında ilk üçte yer alan işletmeler VESBE, VESTL ve KORDSA olmuştur. ULKER, EREGL ve ARCLK ise en düşük performans sergileyen işletmeler olmuştur. Araştırmada hiçbir işletmenin tam puana ulaşamadığı görülmüştür. Çalışmada kriterlerin farklı ağırlıklar aldığıında alternatiflerin sıralamasında meydana gelebilecek değişiklikleri göstermek için duyarlılık analizi yapılmıştır. Analizde 5 farklı kombinasyon üzerinden TOPSIS yöntemi ile yeniden hesaplama yapılmış ve her durum için yakınlık katsayıları hesaplanmıştır. Duyarlılık analizi sonuçları da TOPSIS sıralamasını destekler niteliktedir. 5 kombinasyon sonucunun 4’ünde VESBE işletmesi ilk analizde olduğu gibi ilk sırada yer alan işletme olmuştur.

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi’nde yer alan imalat işletmelerinin dögüsel ekonomi performanslarının ölçülmesi, analiz edilmesi ve karşılaştırılması sektöre yönelik karar alacak tüm paydaşlar için elzemdir. Sorumlu yatırım yapmak isteyen yatırımcılar, müşteriler, yöneticiler, kredi kuruluşları için işletmelerin performans ölçümü daha doğru karar alma imkânı sunmaktadır. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde imalat sektöründe dögüsel ekonomi ilkeleri paralelinde üretim anlayışı belirleyen işletme sıralamalarını görmek mümkündür. Paydaşların dögüsel ekonomi performansına ilişkin sonuçları da dikkate almaları daha doğru karar vermelerine yardımcı olacaktır. Bulgular değerlendirildiğinde imalat işletmelerinin belirlenen göstergeler açısından üstünlükleri ve geliştirilmesi gereken yönleri ortaya çıkarılmıştır. Bu sayede

İşletmeler gelecekteki verimliliklerini ve performanslarını arttırabilecekleri alanları tespit edebileceklerdir. Bulgular ilerleyen dönemlerde yapılacak benzer verimlilik ölçümü çalışmaları için yol gösterici olarak kullanılabilir.

Döngüsel ekonomi ilkeleri temelinde gerçekleştirilen üretim ile daha az doğal kaynak, hammadde ve malzeme kullanımı, daha yoğun ürün kullanımı, ürünlerin tekrar kullanılması, atıkların geri dönüştürülerek materyallerinin yeniden üretime kazandırılması ve benzeri birçok noktada işletmeler için önemli verimlilik artışları söz konusu olacaktır. Ekonomilerin lokomotifi görevini üstlenen işletmelerin daha verimli organizasyonlar haline gelmesi sektörlerin ve ülkelerin de verimlilik artışı için de için de önemli bir adım olacaktır.

Ülkemizde döngüsel ekonomi modelinin yeni yeni uygulama alanı bulması nedeni ile konuya ilişkin imalat sanayi işletmelerinin kurumsal raporlarında yapılan açıklamaların sınırlı olması çalışmanın en önemli kısıtlarından birisi olarak görülmektedir. Yalnız 2020 yılı için sağlıklı verilere ulaşılabilmesi nedeniyle analizin tek bir yılı kapsamı da çalışmanın bir kısıtı olarak görülmektedir. Çalışmanın bir diğer kısıtı ise sürdürülebilir karar vermeyi amaçlayan döngüsellik göstergeleri için henüz bir rehber, bir standart seti bulunmamasıdır.

İşletmelerin döngüsel ekonomi stratejilerini geliştirilebilmeleri ve gösterdikleri performansları ölçebilmeleri için işletme-sektör-ülke temelinde göstergeler geliştirilmesi oldukça önemlidir. Farklı sektörler üzerinde farklı zaman dilimlerinde araştırmaların yapılması kavramın gelişimi açısından oldukça önemlidir. İleride yapılacak çalışmalar için farklı karar verme tekniklerinin kullanılması, kurumsal raporların döngüsel açıklamalarının gelişmesi paralelinde daha kapsamlı döngüsel ekonomi modellerinin oluşturulması önerilmektedir.

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the author.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.
It was declared by the author that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the author that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Verimlilik Dergisi and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Akarsu, H. (2021). "Döngüsel Ekonomiye Geçişte Kritik Başarı Faktörlerinin Değerlendirilmesi: Türkiye Turizm Sektörü Örneği", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Alanya.
- 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.
- Apaydın, Ş. (2020). "OECD Ülkelerinde Atık Yönetimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Panel Kantil Regresyon Yaklaşımı", *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(1), 300-312.
- Aras, G., Tezcan, N. ve Kutlu Furtuna, Ö. (2016). "Geleneksel Bankacılık ve Katılım Bankacılığında Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansının Topsis Yöntemiyle Karşılaştırılması", *Istanbul Management Journal*, 58-81.
- Aras, G., Tezcan, N., Kutlu Furtuna, Ö. ve Hacıoğlu Kazak, E. (2020). "Çok Boyutlu Kurumsal Sürdürülebilirlik Bankacılık Sektörü Değerlemesi", Yıldız Teknik Üniversitesi Finans Kurumsal Yönetim ve Sürdürülebilirlik Merkezi (CFG) Yayınları.
- Ateş, E. (2021). "Döngüsel Ekonomi Kapsamında GSYİH ile Geri Dönüşüm İlişkisi: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (67), 125-137.
- Ay Türkmen, M. ve Kılıç, F. (2020). "Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışına Yönelik Döngüsel Ekonomi Modeli", *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(4), 2538-2556.
- Azevedo, S., Godina, R. ve Matias, J. (2017). "Proposal of a Sustainable Circular Index for Manufacturing Companies", *Resources* 6(4), 1-24.
- Balbay, Ş., Sarihan, 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 and Sustainability Issues* 6(2) 315–323.
- Corona, B., Shen, L., Reike, D., Rosales Carreon, J. ve Worrell, E. (2019). "Towards Sustainable Development Through The Circular Economy: A Review and Critical Assessment on Current Circularity Metrics", *Resour. Conserv. Recycl.* 151, 1-15.
- Di Maio, F. ve Rem, P. (2015). "A Robust Indicator for Promoting Circular Economy through Recycling", *Journal of Environmental Protection*, 6, 1095-1104.
- 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.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). "Circularity Indicators: an Approach to Measuring Circularity", *Ellen MacArthur Found*, 12, 159-161.
- Fidan, E.T. (2020). "Türkiye'de Sürdürülebilir Sanayi Politikalarının Uygulanması ve Kamu, Sivil Toplum Kuruluşları ve Özel Sektörün Sürdürülebilir Sanayi Politikalarına İlişkin Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 73-100.
- Figge, F., Thorpe, A.S., Givry, P., Canning, L. ve Franklin-Johnson, E. (2018). "Longevity and Circularity as Indicators of Eco-Efficient Resource Use in The Circular Economy", *Ecology Economy*, 150, 297-306.
- Fura, B., Stec, M. ve Mis, T. (2020). "Statistical Evaluation of the Level of Development of Circular Economy in European Union Member Countries", *Energies*, 1-23.
- Gedik, Y. (2020). "Döngüsel Ekonomiye Anlamak: Teorik Bir Çerçeve", *Turkish Business Journal*. 1(2), 13-40.
- Huysman, S., Schaepmeester, D., Ragaert, J., Dewulf, K., De J., ve Meester, S., (2017). "Performance Indicators For A Circular Economy: A Case Study On Post-Industrial Plastic Waste", *Resour. Conserv. Recycl.* 120, 46-54.
- İlhan, A. (2021). "Çevresel Sürdürülebilirlik Kapsamında Döngüsel Ekonomi Üzerine Bir İnceleme", Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Kongresi: Krizler, Belirsizlikler ve Arayışlar. Bingöl Üniversitesi, 142-151.
- Karahan, M. ve Kızılcıkan, L. (2022). "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Bankaların Finansal Performanslarının Karşılaştırmalı Analizi", *Verimlilik Dergisi*, 3,441-462.
- Kirchherr, J., Reike, D. ve Hekkert, M. (2017). "Conceptualizing The Circular Economy: An Analysis Of 114 Definitions", *Resour. Conserv. Recycl.* 127, 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, 1-20.

- Lieder M. ve Rashid, A. (2016). "Towards Circular Economy İmplementation: A Comprehensive Review in Context Of Manufacturing İndustry", *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51.
- Moktadir, A., Rahman, T., Rahman, H., Ali, S.M. ve Paul, S.K. (2018). "Drivers to Sustainable Manufacturing Practices and Circular Economy: A Perspective of Leather Industries in Bangladesh", *Journal of Cleaner Production* 174, 1366-1380.
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G.A., Alaerts, L., Van Acker, K., deMeester, S. ve Dewulf, J. (2019). "Circular Economy Indicators: What Do They Measure?", *Resour. Conserv. Recycl*, 146, 452-461.
- Moreno, J.R., Ormazabal, M., Alvarez, M.C. ve Jaca, C. (2021). "Advancing Circular Economy Performance Indicators and Their Application in Spanish Companies", *Journal of Cleaner Production*, 1-10.
- Önder, H. (2018). "Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. ve Hanemaaijer, A. (2017). "Circular Economy: Measuring Innovation in The Product Chain", PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Reike, D., Vermeulen, W.J.V. ve Witjes, S. (2018). "The Circular Economy: New Or Refurbished As CE 3.0? — Exploring Controversies İn The Conceptualization Of The Circular Economy Through A Focus On History and Resource Value Retention Options", *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246–264.
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F. ve Kendall, A. (2019). "A Taxonomy Of Circular Economy İndicators", *Journal of Cleaner Production* 207, 542-559.
- Sapmaz Veral, E. (2019). "An Evaluation on the Circular Economy Model and the Loops Design in the Context of Waste Management". *European Journal of Science ve Technology*, (15), 18-27.
- 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.
- Sauve, S., Bernard, S., ve Sloan, P. (2016). "Environmental Sciences, Sustainable Development and Circular Economy: Alternative Concepts For Trans-Disciplinary Research", *Environmental Development*, 48-56.
- Shannon, C. ve Weaver, W. (1948). "The Mathematical Theory of Communication", Univ. Illinois Press. Urbana. IL.
- 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.
- Singh, J. ve Ordonez, I. (2016). "Resource Recovery From Post-Consumer Waste: Important Lessons For The Upcoming Circular Economy", *Journal of Cleaner Production*, 134, 342-353.
- Soy Temür, A. (2022). "Borsa İstanbul Turizm Endeksi (Xtrzm) Firmalarının Entropi Temelli Aras, Copras ve Topsis Yöntemleri ile Finansal Performans Analizi", *Verimlilik Dergisi*, 3, 183-212.
- Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu, (2022). <https://donguseleekonomiplatformu.com/> (Erişim Tarihi 29.04.2022).
- Döngüsel Ekonomi Rehberi (2020). https://business4goals.org/PDF/Dongusel_Ekonomi_Rehberi.pdf (Erişim Tarihi:29.04.2022).
- Van Buren, N., Demmers, M., Van der Heijden, R. ve Witlox, F. (2016). "Towards A Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments", *Sustainability (Switzerland)*, 8(7), 1–17.
- Wang, T.C. ve Lee, H.D. (2009), "Developing A Fuzzy TOPSIS Approach Based on Subjective Weights and Objective Weights", *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8980-8985.
- Yan, J. ve Feng, C. (2014). "Sustainable Design-Oriented Product Modularity Combined With 6R Concept: A Case Study Of Rotor Laboratory Bench", *Clean Technologies ve Environmental Policy*, 16(1), 95–109.
- Yılmaz, V. (2022). "Avrupa Birliği Ülkelerinin Ekonomi Performansı", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), 94-114.

