

Türk Beyaz Eşya Sektörünün Döngüsel Ekonomi Performansının TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Mevlüt Köksal¹ 

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, beyaz eşya sektöründe üretim yapan işletmelerin döngüsel ekonomi noktasında bulunduğu konumu tespit etmektir.

Yöntem: Çalışmada oluşturulan ölçek ile işletmelerden toplanan veriler, Entropi ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) kullanılarak analiz edilmiş ve her bir işletmeye yönelik puanlama yapılmıştır.

Bulgular: Entropi ve TOPSIS analizleri sonucunda, beyaz eşya işletmelerinin döngüsel ekonomi puanı 0,43 olarak belirlenmiş; işletmelerin %57'si bu eşik değerinin altında kalmıştır. Genel puanların düşük çıkmasında özellikle R4 (Döngü), R5 (Değişim) ve R6 (Sanallaştırma) kriterlerindeki eksiklikler etkili olmuştur. Ayrıca, kriter entropileri değiştirilerek yapılan senaryo analizlerinde sıralamaların tutarlılığı test edilmiş ve elde edilen bulgular çalışmanın sonuçlarını desteklemiştir.

Özgünlük: Küreselleşmeyle birlikte küçük işletmeler dahi uluslararası pazarlara açılabilen ve daha düşük maliyetle rekabet edebilmektedir. Bu durum, ülkeleri rekabette geri kalmamak için verimlilik odaklı yaklaşımlara yönlendirmektedir. Daha az girdiyle daha fazla çıktı elde etmeye dayanan verimlilik anlayışı, işletmeler için döngüsel ekonomi uygulamalarını giderek daha önemli hâle getirmiştir. Döngüsel ekonominin sunduğu avantajlar özellikle ihracat yoğun sektörler açısından kritik bir role sahiptir. Bu çalışma, Türkiye'nin ihracatına yüksek katma değer sağlayan beyaz eşya sektörünü döngüsel ekonomi bağlamında inceleyerek sektörün mevcut durumunu, eksikliklerini ve iyileştirme önerilerini ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışma, bir sektörün döngüsel ekonomi düzeyini belirlemeye yönelik literatürdeki boşluğu doldurması bakımından özgün bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sanayi, Ekonomi, Döngüsellik, Beyaz Eşya.

JEL Kodları: D24, D61, O13.

Evaluation of the Circular Economy Performance of the Turkish White Goods Sector with the TOPSIS Method

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to determine the position of businesses manufacturing in the white goods sector in terms of the circular economy.

Method: Data collected from businesses using the developed scale were analyzed using Entropy and TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) to score each business.

Findings: As a result of the Entropy and TOPSIS analyses, the circular economy score of white goods businesses was determined to be 0.43, and 57% of the businesses fell below this threshold. The deficiencies in the R4 (Circulation), R5 (Change), and R6 (Virtualization) criteria were particularly influential in the low overall scores. In addition, the consistency of the rankings was tested through scenario analyses conducted by altering the criterion entropies, and the findings obtained supported the results of the study.

Originality: With globalization, even small businesses can enter international markets and compete at lower costs. This situation compels countries to adopt productivity-oriented approaches in order to remain competitive. The understanding of productivity producing more output with fewer inputs has made circular economy practices increasingly important for businesses. The advantages offered by the circular economy play a critical role especially for export-intensive sectors. This study examines the white goods sector, which provides high value-added to Turkey's exports, within the context of the circular economy, revealing the sector's current situation, deficiencies, and improvement suggestions. Moreover, the study offers an original contribution by filling a gap in the literature regarding the assessment of a sector's circular economy level.

Keywords: Industry, Economy, Circularity, White Goods.

JEL Codes: D24, D61, O13.

¹ Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ankara, Türkiye

Sorumlu Yazar-Corresponding Author: Mevlüt Köksal, mevlut.koksal@sanayi.gov.tr

DOI: 10.51551/verimlilik.1725138

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş / Submitted: 23.06.2025 | Kabul / Accepted: 11.11.2025

Atf: Köksal M. (2026). "Türk Beyaz Eşya Sektörünün Döngüsel Ekonomi Performansının TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 60(2), 329-352.

EXTENDED ABSTRACT

The transition from a linear to a circular economic model has become a global priority due to increasing resource scarcity, environmental degradation, and rising waste volumes. Circular economy practices aim to minimize resource extraction, extend product lifecycles, and reduce environmental harm through reuse, recycling, remanufacturing, and optimization strategies. In high-volume manufacturing sectors such as white goods, where materials like plastics, metals, and electronic components generate considerable waste, circular economy principles provide a crucial framework for sustainability and competitiveness. Turkey's white goods sector—one of Europe's leading producers—offers a significant context to analyze circular economy performance due to its scale, export capacity, and material-intensive production processes.

Although circular economy implementation has gained global momentum, measuring the performance level of enterprises remains a challenge. Existing metrics are limited, often generic, and lack sector-specific adaptability. Moreover, no prior study has assessed the circular economy performance of the Turkish white goods industry, despite its economic importance and high potential for circular transformation. This study aims to fill this gap by determining the current circular economy performance level of white goods manufacturers in Turkey and identifying critical shortcomings. In addition, the research examines how the six principles of the RESOLVE model—regenerate, share, optimize, loop, virtualize, and exchange—are reflected in the sector. Key research questions include: What is the circular economy performance level of Turkish white goods enterprises? Which RESOLVE components are weakest? How can the sector improve its circular practices?

A 45-item, yes/no-based scale was developed in accordance with the RESOLVE model and adapted to the white goods sector through expert feedback. The questionnaire was applied to 200 enterprises, with 137 valid responses obtained, ensuring a 95% confidence level. Entropy was employed to determine objective criterion weights, while TOPSIS was used to rank enterprises based on overall performance. Entropy provides a data-driven weighting mechanism by assessing variability across responses, whereas TOPSIS identifies alternatives closest to the ideal circular performance profile. Sensitivity analyses were conducted by modifying entropy weights to evaluate the stability of enterprise rankings.

Analysis revealed that the overall circular economy performance score for the sector was 0.43, with 57% of enterprises falling below the threshold level. The weakest RESOLVE components were R4 (Loop), R5 (Exchange), and R6 (Virtualization), indicating limited implementation of remanufacturing, technological transformation, and digitalization practices. In contrast, higher performance was observed in R1 (Regenerate) and R3 (Optimize), reflecting stronger efforts in waste reduction, renewable energy use, and resource efficiency. Sensitivity tests confirmed the robustness of results, as ranking positions showed no significant change across alternative entropy scenarios.

The findings indicate that although Turkish white goods enterprises demonstrate partial adoption of circular economy practices, major gaps remain in closing material loops, embracing innovative technologies, and digitalizing production and service processes. Strengthening reverse logistics, investing in remanufacturing infrastructure, and promoting product-as-service models could significantly enhance circularity. Policymakers should support these efforts through incentive mechanisms, regulatory adjustments, and capacity-building initiatives. This study contributes to the literature by providing a sector-specific measurement approach and generating empirical evidence for one of Turkey's largest industrial sectors. Future research may expand the model to other manufacturing sectors, integrate multi-criteria hybrid decision-making techniques, or include qualitative assessments of organizational readiness. Limitations include reliance on self-reported data and the absence of longitudinal performance tracking, which future studies should address.

1. GİRİŞ

Sanayi devrimleriyle ortaya çıkan ve mümkün olduğunca çok ürün üretilmesi ve tüketilmesi düşüncesine dayanan doğrusal ekonomi anlayışı, işletmeleri üretim kapasitelerini artırma konusunda desteklese de tüketim sonucu oluşan sıkıntıları görmezden gelmiştir. Doğrusal ekonomi, tüketim sonucu oluşan atıkların devasa boyutlara ulaşarak değerlendirilme şanslarının yitirilmesi, çevresel yıkımların yaşanması, insan ve canlı yaşamının tehlikeye girmesi ve toplumların istihdam ile kültürel anlamda zorlanmaya başlaması gibi sebeplerden dolayı küresel kaygılara sebep olmuştur. Küresel kaygıların önüne geçmek ve çözüm bulmak için, gelecek nesillerin yaşama hakkını mağdur etmeden günümüz insanının ihtiyaçlarını karşılamasını esas alan ve çevresel, sosyal ve ekonomik göstergeleri bulunan sürdürülebilirlik yaklaşımı önem kazanmış; bunun bir uygulaması olarak döngüsel ekonomi kavramı ortaya çıkmıştır. (Önder, 2018; Türkmen ve Kılıç,2020).

Döngüsel ekonomi, kavramsal olarak nispeten yeni bir terim olduğundan, üzerinde fikir birliği sağlanmış tek bir tanımı bulunmamaktadır. Bununla birlikte Govindan ve Hasanagic (2018)'e göre, genel kabul gören iki temel tanım öne çıkmaktadır. İlk tanım, döngüsel ekonomiyi "döngüsel bir sistem üzerine inşa edilen ekonomi" olarak ele alır ve bu bakış açısına göre model; toplumsal ve teknolojik gelişmeleri engellemeden, hammadde kullanımı, enerji tüketimi ve çevresel tahribatı en aza indirmeyi hedefler. İkinci tanımda ise "döngüsel ekonominin özü" kavramı öne çıkar; bu yaklaşıma göre döngüsel ekonomi, üretim sürecinde kullanılan hammadde ve enerjinin ömrünü mümkün olduğunca uzatmayı ve böylece yeni kaynak ihtiyacını azaltmayı amaçlar. Genel hatlarıyla döngüsel ekonomi, üretim sürecinin başlangıcından itibaren tüketiciyi de sürece entegre eden, böylece bir değer zinciri oluşturan; her aşamada mevcut değeri korumayı ve yeni değerler üretmeyi amaçlayan, çevresel ve toplumsal unsurlara zarar vermemeyi ilke edinen bir sistem olarak tanımlanabilir (Köksal, 2022).

3R (Azaltım = Reduce, Geri dönüşüm = Recycling ve Yeniden kullanım = Reusing) ilkesiyle beraber ortaya çıkan döngüsel ekonomi, malzeme ve enerji döngüsü yoluyla doğadan malzeme çıkarımını önleyerek maliyet etkin bir yapı tesis etmekte; ürünlerin ömürlerini atık sahalarında tamamlaması yerine, onları yeniden üretim sürecine yönlendirerek çevreyi korumakta ve tersine lojistik uygulamalarını teşvik ederek yeni istihdam alanları ve iş sektörü yaratmaktadır. Bu uygulamalar, modelin çevresel, sosyal ve ekonomik olmak üzere üç ayaklı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Köksal, 2022; Yang ve diğerleri, 2014). Bu yaklaşımda, kullanım ömrünü tamamlayan ürünler yeni süreçler için kaynak olarak değerlendirilir ve bu dönüşüm, endüstriyel ekosistem içinde atık oluşumunu en aza indirecek şekilde, döngülerin kapatılması yoluyla gerçekleştirilir. Döngüsel ekonomi modeli; kaynakların üretim verimliliğini artırmayı, mümkünse yeniden kullanımı; bu mümkün değilse geri dönüşümü, onarımın söz konusu olduğu durumlarda ürünlerin onarılmasını ve onarılamayacak durumdaysa yeniden üretim süreçlerinin devreye alınmasını öngörür (Stahel, 2016).

AB tarafından 2015 yılında ilk defa uygulamaya konulan döngüsel ekonomi modeli zamanla tüm dünyada popüler bir uygulama olarak kabul görmeye başlamıştır. Çin hükümeti modeli kalkınma planlarına dahil ederken, Hindistan ile Afrika'dan da çok sayıda ülke modele ilgi duymaya başlamıştır. Türkiye'de ise 2022 yılında "Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi (DEEP) kabul edilmiş ve ulusal bir döngüsel ekonomi eylem planının hazırlanması amaçlanmıştır (European Commission,2025; ÇŞİB,2025; Yang ve diğerleri, 2014).

Dünyadaki sayılı sektörlerden birisi olan beyaz eşya sektörü, Türkiye'nin 1950'li yıllarda üretimine başladığı ve zamanla Avrupa'da ve dünyada saygın yer edindiği bir sektördür. 2023 yılı verilerine göre beyaz eşya sektörünün ticaret hacmi 758,78 milyar \$ olup, Türk beyaz eşya sektörünün ihracat tutarı ise 5,060 milyar \$ seviyesindedir (Türkbesd, 2023). Türkiye'ye sağladığı katma değerden dolayı, Türk beyaz eşya sektörünün daha da gelişmesi önem arz etmektedir. İşletmeler açısından küresel arenada rekabet daha da büyürken, daha az girdiyle daha çok çıktı edinimi olan verimlilik ise rekabet yarışında işletmeleri bir adım öne geçirebilmektedir. Döngüsel ekonominin özellikle üretime yönelik olarak hammadde ve enerji kullanımını azaltması, kazanılan ikincil hammadde kaynaklarını üretimde kullanması ve tersine lojistik uygulamaları ile kullanılmış ürünlerin üretim sürecine yeniden hammadde olarak dâhil edilmesi gibi hususlar, verimlilik artırıcı gelişmeler olarak öne çıkmaktadır (Oecd, 2015: 20; Elisha, 2020; Sariatli, 2017).

Günümüzde, işletmeler özelinde döngüsel ekonominin uygulanması yaygınlık kazanırken, işletmelerin döngüsel ekonomiyi ne derece iyi uyguladıklarının ve benimsediklerinin bilinmesi de gereklidir. İşte bu noktada "performans" kavramı ortaya çıkar. Yılmaz ve Ünsar (2008)'e göre performans, bir iş sisteminin belirli bir zaman sonunda çıktısıdır. Dolayısıyla, sistemin var olması kadar o sistemin işleyişinin ne durumda olduğunun bilinmesi de önemlidir. Yeni bir sistem olan döngüsel ekonomiyi uygulayan işletmelerin döngüsel ekonomi noktasındaki düzeylerinin bilinmesi ve iyileştirmelerin neler olacağına tespiti önem taşır. Döngüsel ekonomi performansını ölçen yöntemler çeşitli olmasına karşın, döngüsel ekonomi düzeyini ölçmeye yönelik yetkin tek bir gösterge seti bulunmamaktadır. Sassanelli ve diğerleri (2019), yaptıkları çalışmada

döngüsel ekonominin performans ölçümündeki en büyük eksikliğin çevresel, ekonomik ve sosyal göstergelerin belirlenememesi olduğunu öne sürerken; Ferrante ve diğerleri (2025) ise döngüsel ekonomi performansını ölçmek için yapılan göstergelerin tam olarak beklentilere cevap vermediğini ve performans göstergelerinin sektörler göre belirlenmesi gerektiğini savunmuştur. Sarmiento ve diğerleri (2024), döngüsel ekonomi performansını ölçmek için kullanılan ölçüm modellerinin azlığına değinirken; Lopes ve diğerleri (2024) ise oluşturulan performans göstergelerinin döngüsel ekonomi ilkelerinden uzak olduğunu belirtmiştir. Bir sistemin bir işletmeye kurulması kadar, bu sistemin verimliliğinin saptanması ve eksikliklerinin belirlenmesi de önem arz eder. Literatür taraması yapıldığında, döngüsel ekonomiyle ilgili performans ölçümleri için belirlenen kriter setlerinin uygulama yapılacak sektöre göre özelleştirilmediği görülmektedir. Ayrıca, literatürde beyaz eşya sektörünün döngüsel ekonomi yönünden performans ölçümüyle ilgili bir çalışmanın mevcut olmadığı belirlenmiştir. Söz konusu çalışma ile bu literatür boşluklarının doldurulması hedeflenmiştir.

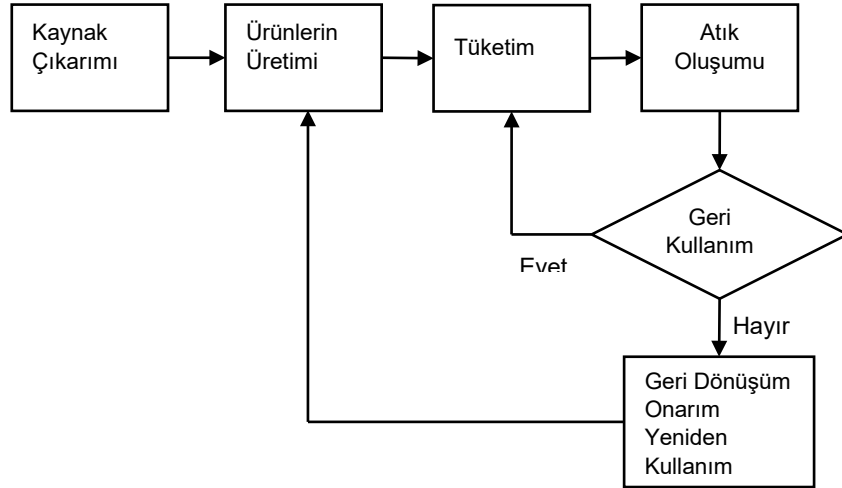
Yapılan çalışmada, döngüsel ekonomiyi bünyelerinde uygulamak isteyen işletmelere yol gösteren ve döngüsel ekonomi araştırmalarında sıklıkla kullanılan resolve modeli baz alınmıştır (Sell ve diğerleri, 2023). Modelin ilkelerine göre literatür taraması yapılarak öncüller belirlenmiş; bu öncüllerin beyaz eşya sektörüne hitap etmesi için öncüller sektörel revizyona tabi tutulmuştur. Oluşturulan öncüller ölçek formatına dönüştürülmüş ve cevaplandırılmaları için işletmelere gönderilmiştir. İşletmelerden alınan veriler Çok Kriterli Karar Verme (ÇKVV) Yöntemleri olan Entropi ve TOPSIS ile analize tabii tutulmuştur. ÇKKV yöntemi, birden fazla faktörün etkili olduğu karar alma süreçlerini kapsar (Lezki, 2014). Diğer bir deyişle, ÇKKV yöntemi; bir dizi alternatifin birden fazla kritere göre değerlendirildiği ve kriter ağırlıklarının, kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı sistemi ifade eder (Huang ve Peng, 2012). ÇKKV yönteminde alternatifleri sıralamak için iki aşama kullanılır: İlk aşama, alternatiflerin sahip olduğu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi; sonraki aşama ise bu kriterlere göre alternatiflerin sıralanması ve yapılan çalışmaya en uygun alternatifin seçilmesidir (Bakır ve Atalık, 2018). Entropi, bilgi bilimine göre rastgele değişkenle ilişkili belirsizlik ölçüsüdür ve elde edilen yararlı bilgi miktarını ölçmek için kullanılır (Wu ve diğerleri, 2010; Zhang ve diğerleri, 2010). Entropi yönteminde, karar vericinin her bir kriterin ağırlığını hesaplamalar kullanılarak belirlenmesi ve kriterleri sıralaması gerekir (Erol ve Ferrel, 2009). TOPSIS yöntemi, 1980 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen ve malzeme seçiminde kullanılan bir karar verme tekniğidir. Bu yöntem, seçeneklerin ideal çözüme olan benzerliklerine göre sıralanmasını sağlar. Yöntemin temel prensibine göre, en uygun seçenek; pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatiftir. TOPSIS yaklaşımı, tercih edilen seçeneğin hem pozitif idealden en kısa mesafeye sahip olmasını hem de negatif idealden mümkün olduğunca uzak olmasını gerektirir. Bu amaçla, alternatiflerin ideal çözüme olan göreceli yakınlığı öklidyen mesafe kullanılarak hesaplanır (Odu, 2019).

Çalışmanın ikinci bölümünde döngüsel ekonomiye ilişkin teorik bilgiye yer verilirken; üçüncü bölümde, beyaz eşya sektöründe döngüsel ekonomi kaynaklı yapılan çalışmalar değinilmiştir. Dördüncü bölümde, beyaz eşya sektörünün döngüsel ekonomi yönünden değerlendirilmesi için resolve modeline bağlı olarak çalışmanın modeli oluşturulmuş, resolve modelinin altı ilkesine göre literatür taraması yapılmış, 45 alt gösterge belirlenmiş ve bir ölçek geliştirilmiştir. Yapılan alan çalışması sonucunda elde edilen veriler, Entropi ve TOPSIS yöntemiyle değerlendirilerek beyaz eşya işletmelerinin döngüsel ekonomi yönünden puanlanması sağlanmıştır. Çalışmanın doğru bir zeminde yapıldığının belirlenmesi için, kriter entropilerinin değiştirilmesi suretiyle farklı senaryo analizleri yapılmış ve işletmelerin sıralamaları yeniden belirlenmiştir. Altıncı bölümde elde edilen bulgular tartışılırken, yedinci bölümde ise, çalışmanın tümünden elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve bu konuda somut öneriler sunulmuş çalışmada sonlandırılmıştır.

2. TEORİK ARKA PLAN

Döngüsel ekonomi yaklaşımı, esas olarak dört temel ilkeye dayanmaktadır: geri kullanım, geri dönüşüm, onarım ve yeniden üretim. Bu ilkeler, kaynakların verimli ve sürdürülebilir bir biçimde değerlendirilmesini amaçlayan bütünsel bir sistemin temel yapı taşlarını oluşturur. Şekil 1'de gösterilen döngüsel üretim ve tüketim modelinde, kaynakların akışı bu çerçevede ele alınmaktadır. Söz konusu modelde öncelik, kaynakların nihai olarak atık hâline gelmesinden ziyade, tekrar kullanılabilir ya da yeniden üretilebilir biçimde değerlendirilmesine verilmektedir. Hammaddeler öncelikle ürünlere dönüştürülmekte ve bu ürünler tüketicilerin kullanımına sunulmaktadır. Kullanım sonrasında ortaya çıkan ürünler, eğer işlevselliğini koruyorsa yeniden kullanım sürecine dâhil edilerek ikinci el ürünler gibi tekrar tüketime yönlendirilmektedir. Ancak ürün doğrudan kullanılmayacak durumdaysa, geri dönüşüm, onarım ya da yeniden üretim seçeneklerinden biri uygulanmak üzere üretim aşamasına geri gönderilmektedir. Geri dönüşüm seçeneği tercih edilirse, ürün bileşenlerine ayrılarak hammaddeye dönüştürülür ve yeni ürünlerin üretiminde kullanılır. Onarım veya yeniden üretim süreçleri tercih edildiğinde ise ürün, gerekli müdahalelerle işlevsel hâle getirilerek tekrar piyasaya sunulur. Döngüsel ekonominin merkezinde yer alan bu yaklaşım, kaynakların atık sahalarına gönderilerek israf edilmesi yerine, yeniden değerlendirilmesi yoluyla hem çevresel sürdürülebilirliği desteklemeyi hem de daha yaşanabilir bir dünya yaratmayı hedeflemektedir (Upadhyay ve Alqassimi, 2018; Chauhan ve diğerleri, 2021; Ecomena, 2025).

Döngüsel ekonominin genel kabul görmüş iki temel ilkesi ise; bir yandan atık üretiminin asgariye indirilmesi, diğer yandan ise kaynakların ve ürünlerin ekonomik değerlerinin mümkün olduğunca uzun süre korunmasıdır (Adams ve diğerleri, 2017). Bu ilkeler doğrultusunda, döngüsel ekonomiyle ilişkili olarak iki temel kavramsal çerçeve dikkat çekmektedir. Bunlardan ilki, İngilizce karşılıklarının baş harflerinden türetilmiş olan 3R ilkeleri olarak bilinen Azaltma (Reduce), Yeniden Kullanım (Reuse) ve Geri Dönüşüm (Recycle) prensipleridir. Bu yaklaşım, kaynakların daha verimli kullanımını ve atıkların sistem içinde yeniden değerlendirilmesini esas alır (Chauhan ve diğerleri, 2021). İkinci temel yaklaşım ise, bu çalışmanın da temelini oluşturan resolve modeli olarak öne çıkmaktadır. Resolve modeli, ilk kez Ellen MacArthur Foundation tarafından 2015 yılında yayımlanan “Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe” adlı raporda tanıtılmıştır. Bu model, altı temel ilkedен oluşmakta olup, ilkeler Tablo 1’de verilmiştir (Kalmykova ve diğerleri, 2018).



Şekil 1. Döngüsel ekonomi süreci diyagramı (Upadhayay ve Alqassimi, 2018)

Modelin temel hedefleri arasında: dijital hizmetlere yönelmek, ürünlerin yaşam döngüsünü uzatacak döngüsel kullanım biçimlerini teşvik etmek, kaynak kullanımında etkinlik ve verimliliği artırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi desteklemek yer almaktadır (Bek ve Lim, 2008). Resolve modeli bu yönüyle, işletmelere döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde stratejik bir çerçeve sunmakta ve yön gösterici bir rol üstlenmektedir (Jabbour ve diğerleri, 2019).

Tablo 1. Resolve Çatı Bileşenleri

Resolve Çatı Bileşenleri	Açıklaması
Yenile	Doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, yenilenebilir enerji ve biyolojik kaynakların kullanımına öncelik verilmesi.
Paylaş	Ürünlerin ortak kullanımı, yeniden kiralanması veya ikinci el olarak değerlendirilmesi yoluyla ömrünün uzatılması ve kaynak israfının azaltılması.
Optimizasyon	Üretim ve tüketim süreçlerinde verimliliğin artırılması, enerji ve kaynak tüketiminin minimuma indirilmesi.
Döngü	Kullanım ömrünü tamamlayan ürünlerin veya materyallerin yeniden üretim sürecine dâhil edilerek döngüsel ekonomiye kazandırılması.
Değişim	Yeni teknolojilerin, sürdürülebilir malzemelerin ve yenilikçi üretim yöntemlerinin benimsenerek çevresel etkilerin azaltılması.
Sanallaştırma	Dijitalleşme ve sanal çözümler sayesinde fiziksel kaynak kullanımının azaltılması, örneğin çevrim içi hizmetlerin tercih edilmesi.

Kaynak: Ellen Mac Arthur Foundation (2015)

Beyaz eşya, diğer bir deyişle ev aletleri, yemek hazırlama, temizlik ve gıda saklama gibi ev işlerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılan makineleri ve elektrikli cihazları kapsamaktadır (The Pakistan Credit Rating Agency Limited, 2021). Dayanıklı tüketim malları kategorisinin bir alt segmentini oluşturan bu sektör, buzdolabı, çamaşır makinesi, fırın ve bulaşık makinesi gibi temel ev aletlerinin üretimini içermektedir. Bu doğrultuda beyaz eşya sektörü, elektrikli ev aletleri üretimiyle dayanıklı tüketim ürünlerinin imalat sürecinde yer almaktadır. Sektörel açıdan bakıldığında ev aletleri alt kategorilere ayrılabilir. En yaygın sınıflandırmalardan biri ise beyaz eşya ve kahverengi eşya ayrımıdır. Kahverengi eşya: televizyon, video oynatıcılar ve müzik sistemleri gibi tüketici elektroniği ürünlerini kapsarken; buzdolabı, fırın ve bulaşık makinesi gibi ürünler beyaz eşya kategorisinde değerlendirilmektedir (Akiş, 2019).

2023 yılı itibarıyla küresel beyaz eşya sektörünün ekonomik büyüklüğü yaklaşık 758,78 milyar dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. Mevcut büyüme eğilimleri doğrultusunda yapılan projeksiyonlara göre, sektörün 2033 yılına kadar 1.658,82 milyar dolar seviyesine ulaşması öngörülmektedir (GlobeNewswire, 2025). Türk beyaz eşya sektörünün ise 2023 itibarıyla dış ticaret hacmi 5,060 milyar dolar seviyesinde olup, bunun 4,5 milyar doları ihracat tutarıdır (Türkbesd, 2023). Tüketici yaşam tarzlarındaki dönüşüm ve küresel ekonomik büyüme, beyaz eşya pazarındaki genişlemeyi ivmelendirmektedir. Özellikle teknolojik açıdan gelişmiş cihazların gündelik yaşama entegrasyonunun artması, bu büyüme sürecini daha da hızlandırmaktadır (Precedence Research, 2023: 1).

1950'li yıllarda montaj sanayi olarak temelleri atılan Türk beyaz eşya sektörü, 1955 yılında ilk üretimini gerçekleştirmiş; 1960 yılında ise ilk buzdolabı yerli tüketiciyle buluşturulmuştur. Süreç içinde hızlı bir gelişim gösteren sektör, başlangıçta lisans anlaşmaları çerçevesinde üretim yaparken zamanla bilgi birikimi (know-how) kazanmış ve özgün teknoloji ile tasarım geliştirme yetkinliğine ulaşmıştır. Günümüzde Türk beyaz eşya sektörü, küresel pazarda kayda değer bir konuma sahiptir (Ticaret Bakanlığı, 2018).

1950'li yıllardan itibaren Türkiye'de nüfus artışı ve yaşam koşullarındaki iyileşmeler, beyaz eşya üretiminde önemli bir ivme yaratmıştır. Bu gelişim doğrultusunda sektör, 2017 yılında yıllık 28 milyon üretim kapasitesine ulaşarak Türkiye'yi Avrupa'nın önde gelen beyaz eşya üreticisi konumuna taşımıştır (Ticaret Bakanlığı, 2018). Yüksek rekabet gücü ve bilinirliği yüksek markalara sahip oluşu, katma değeri yüksek ve güçlü ihracat hacmiyle, Türk beyaz eşya sektörü, Avrupa'nın birinci, dünyanın ise ikinci üreticisi konumundadır. Türk beyaz eşya sektörü, üretiminin $\frac{3}{4}$ 'ünü AB'ye olmak üzere 150'den fazla ülkeye ihraç etmekte ve önemli ölçüde döviz getirisi sağlamaktadır. Sektörde doğrudan yaklaşık 90.632 kişi istihdam edilirken, sektörün tedarik zinciri, yan sanayi ve bayi ağı ile istihdam sayısının daha da arttığı görülmektedir (Eroğlu ve Özdamar, 2005; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2025). Türkiye'de üretim yapan 9 önemli beyaz eşya işletmesi ve 191 tane de yan sanayi kuruluşu vardır. Önde gelen 9 büyük beyaz eşya işletmesi (Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi, 2022; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2025) Arçelik, Vestel, Candy, Kumtel, Simfer, B/S/H, Whirlpool, Franke, Silverline'dir.

Arçelik işletmesi, 12 marka (Beko, Grundig vb.) ve geniş ürün yelpazesıyla 100'den fazla ülkede, 15 üretim tesisleriyle hizmet vermekte olup Türkiye'de 4.500 şubesi bulunmaktadır. Vestel işletmesi toplamda 24 işletmeden meydana gelmekteyken, 15 işletmesi de denizaşırı ülkelere de sahiptir. Yaklaşık 20.000 çalışanı bünyesinde barındıran işletme, 158 ülkede faaliyet yürütmektedir. Candy işletmesi, Avrupa'daki en büyük beyaz eşya üreticilerinden biridir ve üretimini Türkiye'ye kaydırmıştır. Kumtel işletmesi, 2005'ten beri Türkiye'nin en büyük 500 işletmesi arasındadır ve 2016 yılından itibaren yurt dışı yatırımlarına öncelik vermiştir. Simfer işletmesi, yıllık 5 milyon adet üretimiyle Türkiye'nin ilk 500 sanayi kuruluşu arasında yer almakta ve 150'den fazla ülkeye ihracat yapmaktadır. B/S/H işletmesi, Çerkezköy'de bulunan üretim tesisleriyle faaliyet göstermekte olup Bosch'tan Siemens'e ve Profilo'ya kadar birçok markayı bünyesinde barındırmaktadır. Whirlpool işletmesi, Hotpoint markasıyla ağırlıklı olarak bulaşık makinesi ve buzdolabı üretimi yapmaktadır. Franke işletmesi ise Manisa'da kurduğu 1,5 milyonluk üretim kapasitesiyle dünyanın en büyük 5. üretim kapasitesine sahiptir. Dünyanın önde gelen davlumbaz üreticilerinden biri olan Silverline işletmesi, 70'ten fazla ülkeye ihracat yapmaktadır (Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi, 2022; Arçelik, 2025; Vestel, 2025; Bosch, 2025).

3. LİTERATÜR TARAMASI

Sektördeki üretim kayıplarının önüne geçilmesi, hammadde ve enerji tasarrufunun sağlanması, atık ürünlerin ayrıştırılarak yeniden üretime yönlendirilmesi ve tersine lojistik faaliyetlerinin etkin biçimde yürütülmesi gibi hususlar; işletmeleri küresel rekabette maliyet odaklı üstün bir konuma taşıyabilecek döngüsel ekonomi uygulamalarıdır. Döngüsel ekonominin beyaz eşya sektöründeki konumuna ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bovea ve Perz-Belis (2018) çalışmalarında, döngüsel ekonominin elektrik ve elektronik sektöründeki ürün temelli döngüsel tasarım boyutuna odaklanmışlardır. Döngüsel tasarımı; hammadde, su ve enerji kullanımını azaltarak hizmetlerin yeniden kullanımını ve sisteme yeniden katılımını teşvik eden bir yaklaşım olarak tanımlayan araştırmacılar, bu tasarımı 127 küçük ev aletine uygulamışlardır. Çalışmada su ısıtıcıları, meyve sıkacakları ve ısıtıcılar tasarımsal açıdan yeterli bulunurken; ütüler ve elektrikli süpürgeler yetersiz olarak değerlendirilmiştir.

Claudia ve diğerleri (2024) çalışmalarında, beyaz eşya sektöründe döngüsel ekonomi uygulamalarının özellikle yeniden üretim iş modeli üzerinden ölçeklenmesinin mümkün olduğu; ancak bu dönüşümün sağlanabilmesi için teknik, lojistik ve iş modeli boyutlarında kapsamlı değişimlerin gerekli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, yeniden üretim sayesinde atık miktarının azaltılması, kaynak kullanımının optimize edilmesi ve bölgesel ekonomik fayda yaratılması gibi kazanımlar sıralanmıştır. Bununla birlikte, yeniden üretim uygulamalarının "yeni ürün üretmek yerine" geçerli bir alternatif olarak değerlendirilebilmesi için uygun yapısal ve kurumsal koşulların sağlanması gerektiği ifade edilmiştir.

Cole ve diğerleri (2017) çalışmalarında, kullanılmış elektrik ve elektronik eşyaların yeniden kullanım yollarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, tersine lojistik organizasyonlarının verimliliği artırdığını ve yeniden kullanımın, geri dönüşüme kıyasla daha cazip bir seçenek olduğunu belirtmişlerdir.

Parajuly ve Wenzel (2017) çalışmalarında, elektronik sektörünün döngüsel ekonomi açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, atık elektronik eşyaların bu potansiyelden yeterince yararlanmadığını, ürünlerin kullanım ömrünü artırmak amacıyla üretim tarihlerinin ürünlerin üzerine yazılması gerektiğini ve daha etkili bir ürün toplama platformunun hayata geçirilmesinin zorunlu olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, atık elektronik ev eşyalarındaki üretim ve malzeme geri kazanımı noktasında yüksek bir gelir potansiyeli bulunduğunu; ancak geri işleme tesislerinde malzeme geri kazanım oranlarının düşük seviyede kaldığını saptamışlardır.

Perona ve diğerleri (2020) çalışmalarında, döngüsel ekonominin imalat işletmelerinde henüz başlangıç aşamasında olduğunu; beyaz eşya sektörünün ise bu yaklaşımın benimsenmesi açısından umut verici bir alan olarak ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Çalışma kapsamında incelenen 15 işletmeden 3'ünün geri kullanım, 3'ünün yeniden üretim, 4'ünün ise geri dönüşüm stratejilerine odaklandığı; yalnızca 4 stratejiyi bir arada uygulayan çok az işletme bulunduğu saptanmıştır. Ürün tasarımı uygulamalarının genel olarak yetersiz olduğu görülürken, tedarik zinciri yönetimi ile kiralama ve kullanım başına ödeme gibi modellerin daha yaygın biçimde kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca Nesnelerin İnterneti, büyük veri ve bulut teknolojilerinin hizmet sunumunda önemli rol oynadığı; onarım süreçlerini kolaylaştırmada ise üç boyutlu baskı teknolojisinin belirleyici olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak beyaz eşya sektörünün, azaltım ve geri dönüşüme odaklanan tasarım uygulamaları ile Endüstri 4.0 temelli yeniden kullanım ve yeniden üretim odaklı döngüsel ekonomi yaklaşımları arasında bölünmüş bir yapıya sahip olduğu vurgulanmıştır.

Sallerström ve diğerleri (2023) çalışmalarında, beyaz eşya sektörünün döngüsel ekonomi açısından yüksek bir potansiyele sahip olduğunu; ancak bu dönüşümün gerçekleşmesi için çeşitli zorlukların bulunduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, sektörde yalnızca teknolojik ya da lojistik bir dönüşümün yeterli olmadığını; aynı zamanda tamir ve yenilemeye uygun ürün tasarımı ile ekonomik yapının da dönüşmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Zoka ve Korez Vide (2025) çalışmalarında, beyaz eşya sektörü açısından cihaz ömrünün uzatılması, ikinci kullanımın artırılması ve parça değişiminin kolay ve ekonomik hâle getirilmesi gibi uygulamaların döngüsel ekonomiye geçiş için kritik önem taşıdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, sektörün döngüsel ekonomiye geçebilmesi için üretim maliyetlerinin yeniden düzenlenmesi, servis ve yenileme altyapısının güçlendirilmesi ve tüketicilerin tamir ile yenileme tercihlerini destekleyecek politikaların geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

4. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Beyaz eşya işletmeleri, bir imalat işletmesi olup plastik, cam, bakır, alüminyum ve demir gibi hammaddeleri tüketen ve haliyle büyük miktarda atık üreten bir sektördür. Özellikle dünyada yaşanan küresel sorunlar, kaynak tedarikini sıkıntılı hâle getirmekte ve işletmeleri kaynaklardan daha fazla yararlanmaya, verimli uygulamalara ve atık geri dönüşümü, kazanımı ile yeniden kullanımı konusunda yeni iş modellerine yönelmektedir. Sayılan uygulamaları bünyesinde barındıran döngüsel ekonomi ise bu süreçte işletmelere yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Buradan hareketle, Türkiye'de faaliyet gösteren 200 beyaz eşya imalat işletmesine resolve modeline dayanılarak hazırlanan ve 45 göstergeden oluşan Evet/Hayır bazlı ölçek, sektörel revizyona tabi tutularak uygulanmış ve sektörün döngüsel ekonomi performansının ölçülmesi hedeflenmiştir.

4.1. Materyal ve Yöntem

Yapılan çalışmada, sektörün kriter ağırlıklarının tarafsız bir şekilde elde edilmesi ve objektif olarak değerlendirilmesi için Entropi yöntemi tercih edilmiştir (Sürmen, 2018). Elde edilen kriter ağırlıklarıyla işletmelerin sıralamasında ise TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. TOPSIS yönteminin tercih edilmesinde; işletme sıralamalarının kolay ve pratik şekilde yapılabilmesi, verilerin doğrudan kullanılabilmesi ve beyaz eşya işletmeleri gibi imalat işletmelerinin sıralamalarında yaygın olarak kullanılması gibi faktörler etkili olmuştur (Toksoy, 2012; Yücel, 2018).

Çalışmada, işletmelerin döngüsel ekonomi performanslarını belirleyecek kriterler resolve modeli baz alınarak oluşturulmuştur. Resolve modelinin seçiminde; modelin döngüsel ekonomiye geçmek isteyen işletmeler tarafından bir rehber olarak benimsenip uygulanması, döngüsel ekonomiyle ilgili araştırma yapan akademisyenler arasında yöntem olarak daha fazla tercih edilmesi, diğer modellere nazaran anlaşılmasının kolay olması ve döngüsel ekonomi ilkelerini daha fazla kapsamı gibi hususlar etkili olmuştur (Gurusinghe ve diğerleri., 2025; Sell ve diğerleri., 2023).

4.1.1. Entropi Yöntemi

Entropi değerinin hesaplanması süreci beş adımdan oluşmaktadır (Bakır ve Atalık, 2018; Özgüner ve Özgüner, 2020; Shemshadi ve diğerleri, 2011). Bu adımlar aşağıda verilmiştir.

Adım 1. Karar matrisinin hazırlanması: Diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde olduğu gibi Entropi yönteminde de önce karar matrisi oluşturulur. Eşitlik 1 yardımıyla oluşturulan karar matrisinde, m matralternatif işletmeleri, n ise kriterleri belirtir.

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

Burada, X_{ij} , i . alternatifi için j . kriter için fayda değerini ifade eder.

Adım 2. Kriterlere ilişkin normalizasyonun yapılması: Eşitlik 2 ile farklı birim ve ölçekteki ölçümlerin ortak bir ölçüğe dönüştürülmesi işlemi yapılır.

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^j x_{ij}}, \quad (2)$$

Burada, i =Alternatifler, J =Kriterler, R_{ij} =Normalize edilmiş değeri gösterir.

Adım 3. Kriterlere ait entropi değerlerinin belirlenmesi: Normalizasyon işleminin ardından, Eşitlik 3'ten yararlanılarak kriterlerin entropi değerleri hesaplanır.

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n r_{ij} \cdot \ln(r_{ij}) \quad (3)$$

Burada, $i=1, 2, \dots, m$ ve $j=1, 2, \dots, n$ 'dir. K =entropi katsayısı $\{(\ln(n))^{-1}\}$, E_j =Entropi değeri, R_{ij} =normalize edilmiş değeri gösterir.

Adım 4. Farklılaşma derecesinin (d_j) hesaplanması: Eşitlik 4 kullanılarak, çeşitlendirme derecesine karşılık gelen belirsizlik değeri hesaplanır. Elde edilen d_j değerlerinin yüksek olması, kriter skorlarına ait alternatif skorlar arasındaki farklılaşmanın ve uzaklığın fazla olduğunu gösterir.

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

Burada, $i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$

Adım 5. Son olarak, Entropi temelli kriter ağırlıklarının hesaplanması: Eşitlik 5'te e_j değerleri kriterlere ait Entropi değerlerini gösterirken, w_j değerleri ise kriterlere ait önem skalasını gösteren ağırlık değerlerini ifade eder ve Entropi olasılık değerlerinin toplamı Eşitlik 6'daki gibi her zaman 1'e eşittir.

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

$$\text{Burada, } w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = 1 \text{ dir.} \quad (6)$$

4.1.2. TOPSIS (Technique for order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yöntemi

TOPSIS yönteminde 6 adım bulunmaktadır. Bu adımlar aşağıda verilmiştir (Çelikkbilek ve Tüysüz, 2020; Gögebakan, 2022; Saban ve Mansyur, 2023):

Adım 1. Karar matrisinin elde edilmesi: Eşitlik 7 yardımıyla karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi $m \times n$ boyutlu, n adet belirleyici ve m adet alternatif kriterden oluşur.

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

Burada, $i = 1, \dots, m$ ve $j = 1, \dots, n$ ve d_{ij} i . alternatif kriterin j . belirleme kriteri açısından önem durumunu verir.

Adım 2. Karar matrisinin normalize edilmesi: Alternatif ve kriterlerden oluşan karar matrisinin, tıpkı Entropi yönteminde olduğu gibi normalize edilmesi gerekir. Karar matrisinin normalizasyonun da kullanılan formül Eşitlik 8'de ve formülasyon sonucu oluşan karar matrisi ise Eşitlik 9'da verilmiştir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^j x_{ij}^2}}, \quad (8)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{1m} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Adım 3. Ağırlıklandırılmış normalize matrisin hesaplanması: Öncelikle matrisin ağırlıklandırılmış elamanları olan $v_{ij} = w_j r_{ij}$ değerleri bulunur. $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ olacak şekilde, w_j olasılık ağırlığı diye ifade edilen değer, karar matrisindeki her bir r_{ij} değerinin çarpımıyla Eşitlik 10 bulunur.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \dots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \dots & w_n x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Adım 4. Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm kümelerinin belirlenmesi: Ağırlıklandırılmış normalize matrisin bulunmasının ardından, minimizasyon için matrisin sütunlarında bulunan belirleme kriterlerinden elde edilen değerler kullanılır. Matrisin sütunlarında bulunan minimum değerli elamanlar $A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_k^+\}$ ideal çözüm kümesini, maksimum değerli elamanlar ise $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_k^-\}$ negatif ideal çözüm kümesini oluşturur. Eğer problem çözümünde maksimizasyon yaklaşımı kullanılırsa tam tersi bir çözüm kümesi yaklaşımı belirlenir

Adım 5. Her bir alternatife pozitif ve negatif çözüm kümelerinden ayrımının ya da mesafesinin belirlenmesi: Öklid uzaklığı ile ideal ve negatif noktalara uzaklıklar elde edilir. S_i^+ ve S_i^- ifadelerinin ölçü sayısı her zaman alternatif elaman sayısına eşit olur. S_i^+ ve S_i^- ifadelerinin formülü Eşitlik 11 ve Eşitlik 12'deki gibidir.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (12)$$

Adım 6) Sıralama endeksini hesaplayarak her bir alternatife göreli yakınlığının belirlenmesi: Alternatif değerler için ideal çözüme göre yakınlık değeri (C_i^+), Eşitlik 13'deki gibi hesaplanır. Hesaplanan C_i^+ değeri $0 \leq C_i^+ \leq 1$ arasında olup, 1 değeri alternatife ideal çözüme, 0 değeri ise negatif ideal çözüme yakınlığı göstermektedir.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{(S_i^- + S_i^+)} \quad (13)$$

4.2. Uygulama

Araştırma kapsamında, beyaz eşya işletmelerinin döngüsel ekonomi performansını ölçmek için resolve modelinin ilkelerine hitap eden toplam 45 değişken belirlenmiştir. Araştırmaya yönelik oluşturulan model Şekil 2'de verilmiştir. Belirlenen değişkenlerin beyaz eşya sektörüne uygunluğunu sağlamak amacıyla, sektörün öncü işletmelerinden, konusunda uzman akademisyenlerden ve sektördeki döngüsel ekonomiyle ilgili STK'lardan, oluşturulan ölçek hakkında geri bildirimler alınmış ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Geri bildirimlerle son hâli verilen ölçeğe ait göstergeler Tablo 3'te sunulmuştur. Evet = 1, Hayır = 0 olmak üzere; toplam maksimum puanı 45 olan ölçek, Türkiye genelindeki 200 beyaz eşya imalat işletmesine çevrimiçi ortamda uygulanmıştır. Çalışmada ölçek kullanımının tercih edilmesinde, sektörde olabildiğince çok işletmeye ulaşmak ve sektörün genel bir döngüsel ekonomi performansını ortaya koymak hedefi etkili olmuştur.

Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında Eşitlik 14'deki formülden yararlanılır (Kadioğlu,2020):

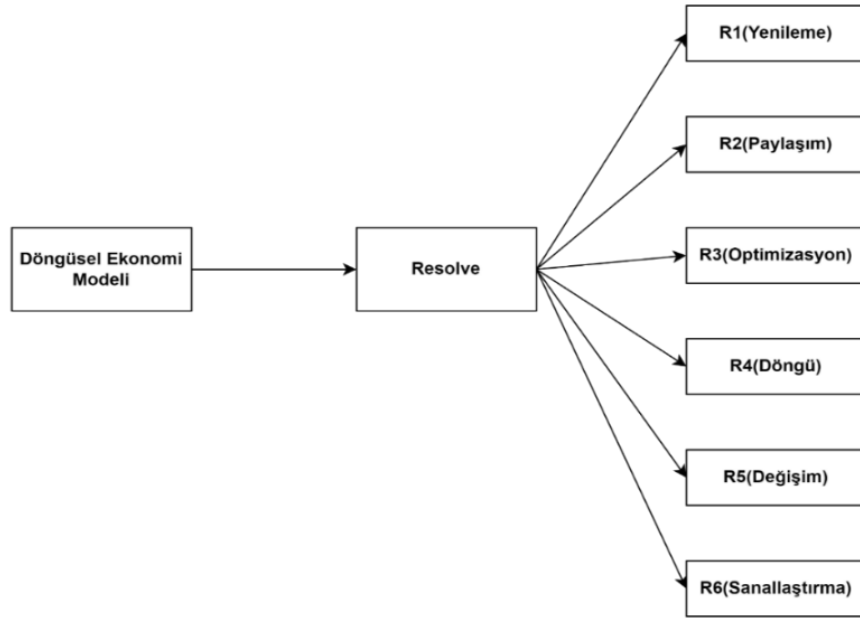
$$n = \frac{Nxt^2xpq}{d^2x(N-1)+t^2x(pq)} \quad (14)$$

Burada, t sonsuz serbestlik derecesi (%95 güven düzeyi için 1,96), N , evren büyüklüğü, n , saptanacak örneklem büyüklüğü, p , incelenen olayın görülme sıklığı, q , incelenen olayın görülmemesi sıklığı, d , araştırmada belirlenecek hızın olası standart sapması (0,05)

Yukarıdaki formülden hareketle p ve q değerleri, %50 ve %50 olarak alınmış ve güvenilirlik düzeyi %95 için örneklem büyüklüğü, 132 olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, 137 işletmeden geri dönüş olmuştur. Örneklem güvenilirliği bakımından, %95 güvenilirlik düzeyinde ve %5 hata payında 137 katılımcı evren örneklem ilişkisi açısından yeterli görülmüştür.

Cronbach Alfa Güvenilirliği, anket formunun güvenilirlik analizinde 1-3,1-5 gibi puan aralığında cevapların verildiği ölçeklerin güvenilirliğini kontrol etmede kullanılan bir güvenilirlik analizidir. Cronbach Alfa Güvenilirliğinde, cronbach alfa katsayısının minimum 0,70'den düşük olmaması istenirken, katsayının 0,8'in üzerinde olması ise ölçeğin yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğu anlamına gelir (Şimşek, 2018).

Yapılan ölçüme ait, cronbach alfa katsayısı Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’ye bakıldığında ölçeğin genel cronbach’s alfa katsayısının 0,800 olduğu ve ölçeğin güvenilirlik değerinin ise son derece yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Çalışma kapsamında oluşturulan model

Tablo 2. Ölçeğin geneline ait Cronbach’s Alfa katsayısı

<i>Ölçek Değişken Sayısı</i>	<i>Cronbach’s Alfa</i>
6	0,800

Tablo 3. Belirlenen döngüsel ekonomi göstergeleri

<i>Değişkenler</i>	<i>Resolve Bileşenleri</i>	<i>Kaynaklar</i>
İşletmemiz bünyesinde "Çevresel Atık Yönetimi" Yenileme uygulanmaktadır.		Hina ve diğerleri (2022), Perona ve diğerleri (2020), Sayın ve Utkulu (2023), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umud (2023)
İşletmemizde doğada parçalanabilir ve Yenileme bozunabilir ürünlerin kullanımına özen gösterilmektedir.		Neves ve Marques (2022), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umud (2023)
İşletmemizde üretim esnasında enerjinin geri Yenileme kazanımına yönelik faaliyetler yapılmaktadır.		Ellen MacArthur Foundation (2015), CECED Industry (2022)
Yenilenebilir enerji (güneş, rüzgâr enerjisi Yenileme vb.)den işletmemiz üretimin de yararlanılmaktadır.		Ellen MacArthur Foundation (2015)
İşletmemizde tüketicilerin çevre bilincinin Yenileme artırılmasına yönelik faaliyetler yapılmaktadır		Marco Perona ve diğerleri (2020), Büyükkelik ve Afşar (2023)
İşletmemizde, sera gazı emisyonunu azaltmaya Yenileme yönelik yenilenebilir enerji kullanımı ön plandadır.		Elisha (2020), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umud (2023), Sumer ve Yanık (2022), Büyükkelik ve Afşar (2023), Çokmutlu (2023)
İşletmemizde, sera gazı emisyonunu azaltmaya Yenileme yönelik plastik kullanımında geri dönüşüme öncelik verilmektedir.		Elisha (2020), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umud (2023), Sumer ve Yanık (2022), Büyükkelik ve Afşar (2023), Çokmutlu (2023)
İşletmemizde, sera gazı emisyonunu azaltmaya Yenileme yönelik hurda bazı çelik kullanılmaktadır.		Elisha (2020), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umud (2023), Sumer ve Yanık (2022), Büyükkelik ve Afşar (2023), Çokmutlu (2023)
İşletmemizde beyaz eşya üretiminde kurşun, Yenileme kadmiyum, civa, krom ve fitalat gibi tehlikeli (zararlı, toksik vb.) maddelerin kullanımının azaltılmasına yönelik çalışma yapılmaktadır.		Çokmutlu (2023), CECED İndustry (2022)
İşletmemizde kullanılmış ürünlerin yenilenecek Paylaşım satılması sağlanmaktadır.		Marco Perona ve diğerleri (2020) Saccani (2019)
İşletmemizde kullanılmış ürünlerin iadesi Paylaşım alınmaktadır.		Marco Perona ve diğerleri (2020), Saccani (2019)
İşletmemizde ürünlerin satılması yerine Paylaşım kiralananarak kullanılması ya da paylaşımı uygulamalarına geçiş yapılması planlanmaktadır.		Marco Perona ve diğerleri (2020), Sayın ve Utkulu (2023), Saccani (2019), Commbank (2022)
İşletmemizde ürün tasarımı yoluyla ürünlerin Paylaşım etkinliğinin artırılması, ürünlerin kullanım ömürlerini arttırıcı etki yapmaktadır.		Latan ve diğerleri (2020), Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Gupta ve diğerleri (2021), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umud (2023), Saccani (2019)
İşletmemizde geliştirilmiş müşteri etkileşimi Paylaşım mevcuttur.		Marco Perona ve diğerleri (2020), Saccani (2019)
Son zamanlarda ürün gruplarındaki tüketici Paylaşım tercihlerinin, mülkiyeten paylaşımına doğru kaydığı işletmemiz tarafından bilinmektedir.		Marco Perona ve diğerleri (2020), Saccani (2019)
İşletmemizde ürün tasarımının geliştirilmesi, Paylaşım üretim maliyetlerini düşürmektedir.		Latan ve diğerleri (2020), Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Gupta ve diğerleri (2021)
İşletmemizde ürün tasarımının geliştirilmesi Paylaşım atıkların azaltılmasına yardımcı olmaktadır.		Latan ve diğerleri (2020), Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Gupta ve diğerleri (2021)
İşletmemizde garanti süresinin uzatılmasıyla Paylaşım ürünlerin kullanım ömürlerinin uzatılması planlanmaktadır.		Latan ve diğerleri (2020), Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Gupta ve diğerleri (2021), Marco Peronave diğerleri (2020), Saccani (2019), Commbank Consumer Insights Report (2022)
İşletmemizde ürünlerin sökme ve takma tasarımı Paylaşım basitleştirilerek ürünlerin kullanım ömürleri uzatılmaktadır.		Latan ve diğerleri (2020), Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Gupta ve diğerleri (2021), Perona ve diğerleri (2020), Saccani (2019), Commbank Consumer Insights Report (2022)

Tablo 3. (Devamı)

<i>Değişkenler</i>	<i>Resolve Bileşenleri</i>	<i>Kaynaklar</i>
İşletmemizde etkin bir servis ağı ve çalışması yoluyla ürünlerin kullanım ömürlerini uzatıcı faaliyetler yapılmaktadır.	Paylaşım	Latan ve diğerleri (2020), Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Gupta ve diğerleri (2021), Perona ve diğerleri (2020), Saccani (2019), Commbank Consumer Insights Report (2022)
İşletmemizde üretilen ürünlerin yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve atık azaltımı noktasında paydaşların (Devlet, diğer işletmeler ve tüketiciler) talepleri dikkate alınmaktadır.	Paylaşım	Gue ve diğerleri (2020), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umut (2023)
Üretim sırasında oluşan yan ürünler ve atıklar işletmemize getiri sağlamaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Gue ve diğerleri (2020), Elisha (2020), European Investment Bank (2020), Neves ve Marques (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), Perona ve diğerleri (2020)
İşletmemizde tedarik zincirinin iyi yönetimi, üretilen ürünlerin yeniden kullanımına olanak sağlar.	Optimize Etme	Hina ve diğerleri (2022), Perona ve diğerleri (2020), Saccani (2019)
İşletmemizde tedarik zincirinin iyi yönetimi, üretilen ürünlerin yeniden üretimine olanak sağlar.	Optimize Etme	Hina ve diğerleri (2022), Perona ve diğerleri (2020), Saccani (2019)
Üretilen ürünlerin tüketim konusunda (elektrik, su vs.) verimli olmasında işletmemiz üretim bölümünde dijital teknolojilerden (büyük veri, nesnelere interneti ve 3 boyutlu yazıcı vb.) yararlanılmaktadır.	Optimize Etme	Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Loon (2023)
İşletmemizde üretilen beyaz eşyaların ambalajlama malzemelerinde geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Gue ve diğerleri (2020), Elisha (2020), European Investment Bank (2020), Neves ve Marques (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), Çokmutlu (2023), CECED Industry (2022)
İşletmemizde üretim bölümünde oluşan atıkların minimizasyonu çalışması yapılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Gue ve diğerleri (2020), Elisha (2020), European Investment Bank (2020), Neves ve Marques (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), Perona ve diğerleri (2020), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umut (2023), Sumer ve Yanık (2022), Büyükkeklik ve Afşar (2023), Çokmutlu (2023), CECED Industry (2022)
İşletmemiz üretim bölümünde su kullanımında minimizasyon sağlanmaktadır	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Gue ve diğerleri (2020), Elisha (2020), European Investment Bank (2020), Neves ve Marques (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), Perona ve diğerleri (2020), Sayın ve Utkulu (2023), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umut (2023), Sumer ve Yanık (2022), Çokmutlu (2023), Commbank Consumer Insights Report (2022), CECED Industry (2022)
İşletmemizin üretim bölümünde ham madde kaynağına olan bağımlılığın azaltılmasına çalışılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Hina ve diğerleri (2022), Elisha (2020), European Investment Bank (2020), Hina ve diğerleri (2022), Perona ve diğerleri (2020), Sayın ve Utkulu (2023), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umut (2023), Çokmutlu (2023)
Piyasadaki malzeme tedariği sorunları, işletmemizde kullanılan malzemelerin kazanımına olan ilgiyi artırmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Hina ve diğerleri (2022), Elisha (2020), European Investment Bank (2020), Sayın ve Utkulu (2023)
İşletmemizde bakır maddesinin dönüşümü yapılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Perona ve diğerleri (2020), Çokmutlu (2023), CECED Industry (2022)
İşletmemizde çelik maddesinin dönüşümü yapılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Perona ve diğerleri (2020), Çokmutlu (2023), CECED Industry (2022)
İşletmemizde alüminyum maddesinin dönüşümü yapılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Perona ve diğerleri (2020), Çokmutlu (2023), CECED Industry (2022)

Tablo 3. (Devamı)

Değişkenler	Resolve Bileşenleri	Kaynaklar
İşletmemizde plastik maddesinin geri dönüşümü yapılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Peronave diğerleri (2020), Çokmutlu (2023) CECED İndustry (2022)
İşletmemizde cam maddesinin geri dönüşümü yapılmaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Peronave diğerleri (2020), Çokmutlu (2023), CECED İndustry (2022)
İşletmemizde tersine lojistik altyapısının geliştirilmesine çalışılmaktadır.	Optimize Etme	Peronave diğerleri (2020), Saccani (2019), Perona (2017), Bressanelli (2022)
İşletmemizde ömrünü tamamlamış, kullanılmış ya da kusurlu olan ürün ve materyallerin toplandığı ve geri dönüştürüldüğü alt yapılar mevcuttur.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Sumer ve Yanık (2022), Çokmutlu (2023), Saccani (2019)
Ürünlerin yeniden kullanımı, yeniden üretimi ve geri dönüşümü için işletmemizde yeni teknolojiler (büyük veri analizi, nesnelerin interneti ve 3 boyutlu baskılama vb.) kullanılmaktadır.	Optimize Etme	Hina ve diğerleri (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), European Investment Bank (2020), Saccani (2019)
İşletmemizde atıkların minimize edilmesi, yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi maliyet tasarrufu sağlamaktadır.	Optimize Etme	Gupta ve diğerleri (2021), Gue ve diğerleri (2020), Elisha (2020), European Investment Bank (2020), Neves ve Marques (2022), Ellen MacArthur Foundation (2015), Büyükkelik ve Afşar (2023)
İşletmemizde ürün bileşenlerinin (plastik, elektronik, çelik vb.) tekrardan kullanımıyla yeni ürünler üretilebilir.	Döngü	Ellen MacArthur Foundation (2015), Sayın ve Utkulu (2023), Saccani (2019), Eleonora (2018)
İşletmemizde kullanılan kaynakların geri kazanılıp, yeniden üretimde kullanıldığı kapalı döngü sistemi faaldir.	Döngü	Ellen MacArthur Foundation (2015) Perona ve diğerleri (2020), Yıldız Çankaya ve Özbakır Umut (2023), Büyükkelik ve Afşar (2023), Saccani (2019)
İşletmemizde yeni teknolojiler kullanılmasıyla, ürünlerin yeniden kullanımına dayalı yeni iş modellerinin geliştirilmektedir.	Değişim	Latan ve diğerleri (2020)
İşletmemizde geri dönüşümü veya yeniden kullanımı mümkün olmayan atıkların başka işletmelere verilmesiyle döngüsel simbiyoz yoluna gidilmektedir.	Değişim	Hina ve diğerleri (2022), European Investment Bank (2020)
İşletmemizde fiziksel ürünlerin dijital ve internet tabanlı sanal ortama taşınması yapılmaktadır.	Sanallaştırma	Latan ve diğerleri (2020), Elisha (2020)
İşletmemizde var olan hizmetlerin dijital ve internet tabanlı sanal ortama taşınması yapılmaktadır.	Sanallaştırma	Latan ve diğerleri (2020), Elisha (2020)

5.BULGULAR

İşletmelere uygulanan ankette toplam 45 soru, kurulan resolve modeline göre 6 ayrı üst kriterde gruplanmış ve işletmeler “katılıyorum” yanıtı için 1 puan, “katılmıyorum” yanıtı için 0 puan almıştır. Kriterlere göre toplam puan hesabında R1 (Yenileme) 9 sorudan oluştuğu için maksimum 9 puan, R2 (Paylaşım) 12 sorudan oluştuğu için maksimum 12 puan, R3 (Optimize Etme) 18 sorudan oluştuğu için maksimum 18 puan, R4 (Döngü) 2 sorudan oluştuğu için maksimum 2 puan, R5 (Değişim) 2 sorudan oluştuğu için maksimum 2 puan, R6 (Sanallaştırma) 2 sorudan oluştuğu için maksimum 2 puan şeklinde gruplanmış ve işletmelerin kriterlere göre aldıkları puanlar Tablo 4’te verilmiştir. Bu hesaplanan ağırlıklar, alternatiflerin performans sıralamasını belirlemek amacıyla TOPSIS yöntemiyle analiz edilmiştir. Son aşamada ise, kriter ağırlıklarının karar süreci üzerindeki etkisini değerlendirebilmek için farklı senaryolar temel alınarak duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. İşletmelere ait veri sonuçları

Alternatifler/Kriterler	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Firma 1	9	10,8	17	2	2	2
Firma 2	3	7	12	1	1	0
Firma 3	6	7	8,5	1	1	1
Firma 4	7,5	10,8	9	1	2	2
Firma 5	6	6	7	1	1	2
...
Firma 133	7,2	10	10,6	0	2	2
Firma 134	6	9	8	1	1	0
Firma 135	4	9	11	1	0	2
Firma 136	9	7,6	13,5	0	1	2
Firma 137	1	10	6	0	1	1

5.1. Entropi Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Tablo 4'te yer alan içerik sonuçları oluşturulduktan sonra bir diğer aşama olan değerlendirme matrisinin elde edilmesine geçilir. Yöntem kısmındaki Eşitlik 2 yardımıyla Tablo 5'da yer alan normalize edilmiş karar matrisi elde edilir. Normalize edilmiş karar matrisinin ardından Eşitlik 3 yardımıyla tüm kriterlerin Entropi değerleri hesaplanır. Eşitlik 4 ile ise farklılaşma dereceleri bulunur. Son aşama olan Eşitlik 5 ile Tablo 6'daki gibi kriterlerin entropi temelli ağırlıklandırılmasına ulaşıılır. Objektif bir değerlendirme metodu olan Entropi yöntemi sayesinde elde edilen kriter ağırlıklarına bakıldığında, en fazla ağırlığın R6(Sanallaştırma) kriteri ve en az ağırlığın ise R2(paylaşım) kriteri olduğu görülür.

Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, bu ağırlıklar yardımıyla işletmelerin TOPSIS ile sıralaması aşamasına geçilir. Öncelikle Eşitlik 7 yardımıyla karar matrisinin standardizasyonu yapılır. Tablo 7 ile standardize edilen karar matrisi Tablo 6'daki kriter ağırlıkları kullanılarak Eşitlik 10'daki gibi ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir. Ardından ise Eşitlik 11 ve Eşitlik 12 yardımıyla işletmelerin ideal çözüme yakınlıkları belirlenir ve işletmelerin sıralamaları yapılır.

Tablo 5. Normalize edilmiş karar matrisi

Alternatifler/Kriterler	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Firma 1	0,013	0,010	0,012	0,017	0,014	0,020
Firma 2	0,004	0,007	0,009	0,009	0,007	0,000
Firma 3	0,009	0,007	0,006	0,009	0,007	0,010
Firma 4	0,011	0,010	0,006	0,009	0,014	0,020
Firma 5	0,009	0,006	0,005	0,009	0,007	0,020
...
Firma 133	0,011	0,010	0,008	0,000	0,014	0,020
Firma 134	0,009	0,009	0,006	0,009	0,007	0,000
Firma 135	0,006	0,009	0,008	0,009	0,000	0,020
Firma 136	0,013	0,007	0,010	0,000	0,007	0,020
Firma 137	0,001	0,010	0,004	0,000	0,007	0,010

Tablo 6. Kriter ağırlıkları

Kriterler	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Ağırlıklar	0,0666	0,0374	0,0440	0,2760	0,1804	0,3956

Tablo 7. Standardize edilmiş karar matrisi

Alternatifler/Kriterler	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Firma 1	0,137	0,112	0,131	0,142	0,127	0,145
Firma 2	0,046	0,073	0,093	0,071	0,064	0,000
Firma 3	0,092	0,073	0,066	0,071	0,064	0,072
Firma 4	0,114	0,112	0,070	0,071	0,127	0,145
Firma 5	0,092	0,062	0,054	0,071	0,064	0,145
...
Firma 133	0,110	0,104	0,082	0,000	0,127	0,145
Firma 134	0,092	0,094	0,062	0,071	0,064	0,000
Firma 135	0,061	0,094	0,085	0,071	0,000	0,145
Firma 136	0,137	0,079	0,104	0,000	0,064	0,145
Firma 137	0,015	0,104	0,046	0,000	0,064	0,072

Tablo 8. Ağırlıklandırılmış karar matrisi

Alternatifler/Kriterler	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Firma 1	0,009	0,004	0,006	0,039	0,023	0,057
Firma 2	0,003	0,003	0,004	0,020	0,011	0,000
Firma 3	0,006	0,003	0,003	0,020	0,011	0,029
Firma 4	0,008	0,004	0,003	0,020	0,023	0,057
Firma 5	0,006	0,002	0,002	0,020	0,011	0,057
...
Firma 133	0,007	0,004	0,004	0,000	0,023	0,057
Firma 134	0,006	0,004	0,003	0,020	0,011	0,000
Firma 135	0,004	0,004	0,004	0,020	0,000	0,057
Firma 136	0,009	0,003	0,005	0,000	0,011	0,057
Firma 137	0,001	0,004	0,002	0,000	0,011	0,029

Tablo 9. Beyaz eşya imalat işletmelerinin TOPSIS yöntemi ile sıralanması

İşletmeler	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})/2$	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})/2$	S_i+	S_i-	C_i^*
Firma 56	0,000	0,005	0,000	0,074	0,9990
Firma 127	0,000	0,005	0,000	0,074	0,9988
Firma 1	0,000	0,005	0,001	0,074	0,992
Firma 41	0,000	0,005	0,001	0,074	0,990
Firma 28	0,000	0,005	0,002	0,074	0,979
...
Firma 113	0,005	0,000	0,074	0,003	0,041
Firma 60	0,005	0,000	0,074	0,002	0,030
Firma 29	0,005	0,000	0,074	0,002	0,021
Firma 123	0,005	0,000	0,074	0,001	0,014
Firma 111	0,005	0,000	0,074	0,001	0,012

Yapılan analiz sonucunda en yüksek döngüsel ekonomi puanına sahip firma, firma 127 ve firma 56 olurken, en düşük döngüsel ekonomi puanına sahip firmalar ise firma 111 ve firma 123 olmuştur. Yapılan döngüsel ekonomi puanlamasında, 137 beyaz eşya işletmesinin döngüsel ekonomi puan ortalaması 0,43 olmuş ve işletmelerin %57'si 0,43 puanın altında puan almıştır.

5.2. Duyarlılık Analizi

Entropi yöntemi kullanılarak belirlenen kriter ağırlıklarının değişmesi durumunda, alternatiflerin sıralamalarının nasıl etkilendiğini görmek amacıyla bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 5 farklı ağırlık kombinasyonu oluşturulmuş ve her bir kombinasyon için TOPSIS yöntemiyle yeniden hesaplamalar yapılmıştır. Kriterlere atanan ağırlıklar Tablo 10'da bu ağırlıklara göre elde edilen C_i değerleri ve alternatif sıralamaları ise Tablo 11'de sunulmuştur. Duyarlılık analizinin görsel temsili Şekil 3'de yer almaktadır.

Tablo 10. Kriterlere atanan farklı ağırlıklar

Durum	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Analiz	0,0666	0,0374	0,044	0,276	0,1804	0,3956
Durum1	0,0374	0,0666	0,044	0,276	0,1804	0,3956
Durum 2	0,0666	0,044	0,0374	0,276	0,1804	0,3956
Durum 3	0,0666	0,0374	0,276	0,044	0,1804	0,3956
Durum 4	0,0666	0,0374	0,044	0,1804	0,276	0,3956
Durum 5	0,0666	0,0374	0,044	0,276	0,3956	0,1804

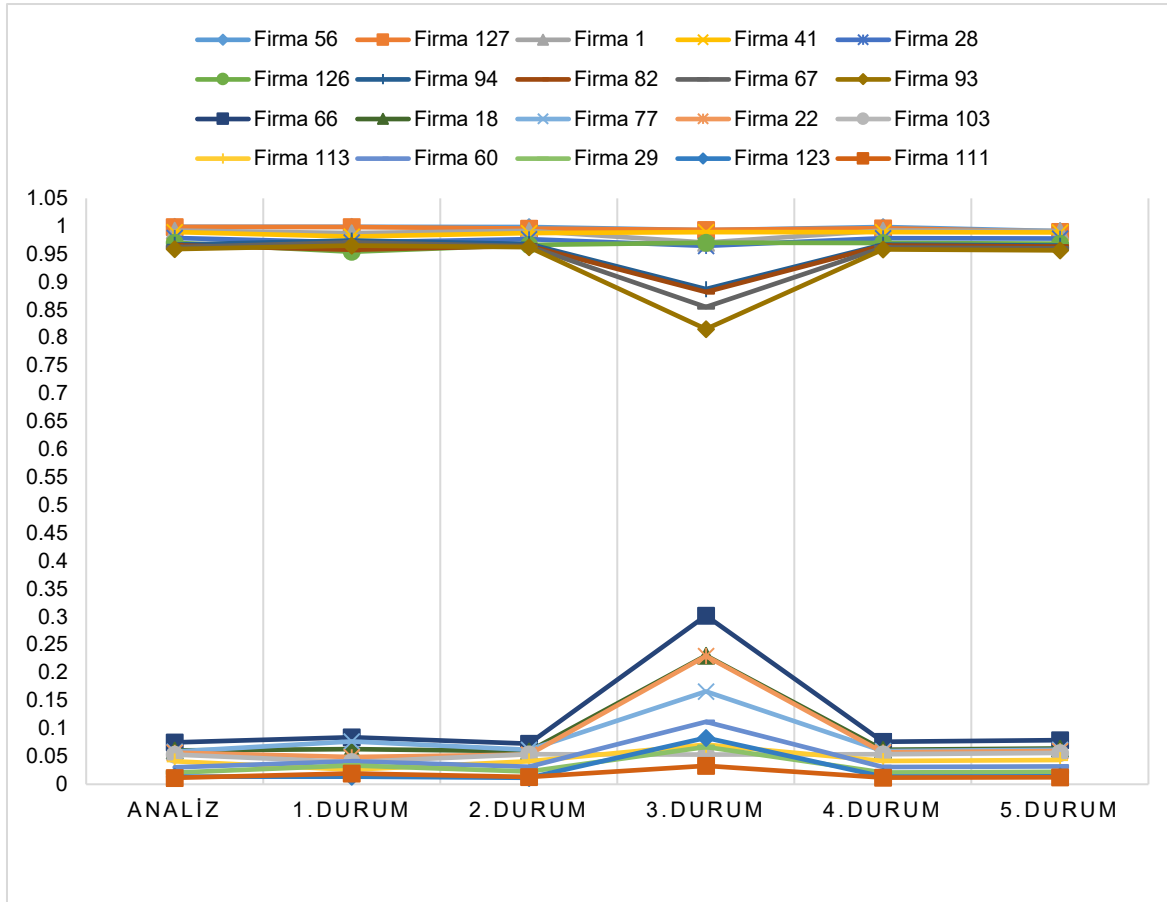
Kombinasyonların oluşturulmasında ardışık kriterlerin yer değiştirilmesi suretiyle ikili eşleştirmeler yapılarak toplamda 5 kombinasyondan oluşan senaryo analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 11’de yer alan farklı senaryo analizlerine göre 137 işletmenin genel sıralamasına hitaben ilk 10 ve son 10 işletmenin sıralama değişiklikleri verilerek genel sıralama değişiklikleri özetlenmek istenmiştir. Sıralamada İlk dört işletme sürekli sabit kalırken, Firma 56 ise hep ilk sırayı almıştır. Son 10 firma özelinde bakıldığında ise hemen hemen her durumda Firma 111 sonuncu olurken son sıralamalarda da önemli bir değişiklik gözlenmemiştir.

Tablo 11. Duyarlılık analizi sonuçları

Alternatif/Durum	Analiz	Sıra	1	Sıra	2	Sıra	3	Sıra	4	Sıra	5	Sıra
Firma 56	0,9990	1	0,9990	1	0,9984	1	0,9928	1	0,9985	1	0,9912	1
Firma 127	0,9988	2	0,9987	2	0,9956	2	0,9934	2	0,9962	2	0,9901	2
Firma 1	0,9922	3	0,9880	3	0,9917	3	0,9707	4	0,9921	3	0,9918	3
Firma 41	0,9896	4	0,9815	4	0,9878	4	0,9895	3	0,9894	4	0,9890	4
Firma 28	0,9790	5	0,9712	7	0,9770	5	0,9648	6	0,9786	5	0,9777	5
Firma 126	0,9704	6	0,9543	12	0,9666	7	0,9703	5	0,9700	6	0,9688	6
Firma 94	0,9674	7	0,9744	5	0,9685	6	0,8874	11	0,9668	7	0,9655	7
Firma 82	0,9658	8	0,9578	11	0,9649	8	0,8822	12	0,9653	8	0,9638	8
Firma 67	0,9624	9	0,9710	8	0,9645	9	0,8552	13	0,9618	9	0,9603	9
Firma 93	0,9592	10	0,9654	9	0,9625	10	0,8158	19	0,9585	10	0,9568	10
...
Firma 66	0,0750	128	0,0841	121	0,0727	128	0,3022	90	0,0762	128	0,0792	128
Firma 18	0,0607	129	0,0630	128	0,0592	130	0,2307	114	0,0616	129	0,0641	129
Firma 77	0,0586	130	0,0768	122	0,0618	129	0,1663	126	0,0594	130	0,0619	130
Firma 22	0,0564	131	0,0489	131	0,0530	132	0,2298	116	0,0573	131	0,0596	131
Firma 103	0,0533	132	0,0398	133	0,0540	131	0,0535	136	0,0540	132	0,0562	132
Firma 113	0,0412	133	0,0262	135	0,0410	133	0,0711	134	0,0418	133	0,0435	133
Firma 60	0,0303	134	0,0410	132	0,0315	134	0,1119	132	0,0308	134	0,0321	134
Firma 29	0,0208	135	0,0335	134	0,0230	135	0,0669	135	0,0212	135	0,0220	135
Firma 123	0,0136	136	0,0137	137	0,0116	137	0,0833	133	0,0139	136	0,0144	136
Firma 111	0,0116	137	0,0191	136	0,0130	136	0,0331	137	0,0117	137	0,0122	137

Şekil 3’te ise duyarlılık analizi sonuçlarıyla ilgili TOPSIS sıralamalarına yer verilmiştir. Sıralamaların geneline hitaben Tablo 10’da kriter ağırlıkları yer değiştirmek suretiyle değiştirilmiş, değişime göre oluşan 6 farklı durumda sıralamaların nasıl olduğu Tablo 11’de verilmiştir. Tablo 11’de verilen bilgiler ışığında ise 6 durumda oluşan sıralamalar görsel üzerinden mukayese edilmiştir. İlk ortaya çıkan sıralamalar ile diğer 5 durum sıralamaları benzer olsa da 3.durumda sıralamalar arasında farklılık meydana gelmiştir. Farklılığı yaratan ise değişim kriterinin optimizasyon kriteri ile değişimi olmuştur. Kriter ağırlığı bakımından ikinci en büyük kriter olan değişim kriteri sıralama da belirleyici konumdadır. Buradan hareketle kriterlerin ağırlıklarının yüksek olmasının sıralama üzerinde etkin olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür. Diğer 1,2,4 ve 5 numaralı durumlarda ise sıralamalar benzerdir.

Şekil 3’te ise duyarlılık analizi sonuçlarıyla ilgili TOPSIS sıralamalarına yer verilmiştir. Sıralamaların geneline hitaben Tablo 10’da kriter ağırlıkları yer değiştirmek suretiyle değiştirilmiş, değişime göre oluşan 6 farklı durumda sıralamaların nasıl olduğu Tablo 11’de verilmiştir. Tablo 11’de verilen bilgiler ışığında ise 6 durumda oluşan sıralamalar görsel üzerinden mukayese edilmiştir. İlk ortaya çıkan sıralamalar ile diğer 5 durum sıralamaları benzer olsa da 3.durumda sıralamalar arasında farklılık meydana gelmiştir. Farklılığı yaratan ise değişim kriterinin optimizasyon kriteri ile değişimi olmuştur. Kriter ağırlığı bakımından ikinci en büyük kriter olan değişim kriteri sıralama da belirleyici konumdadır. Buradan hareketle kriterlerin ağırlıklarının yüksek olmasının sıralama üzerinde etkin olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür. Diğer 1,2,4 ve 5 numaralı durumlarda ise sıralamalar benzerdir.



Şekil 3. Duyarlılık analizi görseli

6. TARTIŞMA

Entropi yönteminde kriter ağırlıkları, sıralamalarda ayrıştırıcı bir işlev görmektedir. Kriter ağırlıklarının artması, işletmelerin sıralamalarındaki farklılaşma düzeyini yükseltmekte ve işletmeler arası homojenliği azaltmaktadır (Mishra ve diğerleri, 2022; Lotfi ve Fallahnejad, 2010). Dolayısıyla, bir kriterin ağırlığının yüksek olması, söz konusu kriterin tüm işletmelerde uygulanmadığı ve görece nadir görüldüğü anlamına gelmektedir. Buna karşılık, bir kriterin ağırlığının düşük olması, bu kriterin işletmeler arasında daha yaygın olarak uygulandığını göstermektedir. Kriter ağırlıkları yükseldikçe, sıralamalar üzerindeki belirleyici etkileri de artmaktadır. Şekil 3'teki üçüncü durum bu ilişkiye örnek teşkil etmektedir. Bu durumda, optimizasyon kriteri olan R3, döngü kriteri olan R4 ile yer değiştirmiştir. R3 kriterinin ağırlığı, R1 ve R2 kriterlerinde olduğu gibi düşük seviyede olduğundan, sıralamalar üzerinde anlamlı bir etki oluşturmamıştır. Buna karşın R4, R5 ve R6 kriterleri toplam kriter ağırlıklarının yaklaşık yüzde 85'ini oluşturduğundan, sıralamalar üzerindeki etkileri görece daha yüksektir. Kriter ağırlıklarının ardışık biçimde değiştirilmesiyle gerçekleştirilen senaryo analizlerinde, önemsiz bir kriter ile önemli bir kriterin yer değiştirmesi yalnızca üçüncü durumda gözlemlenmiş; bu değişim sıralamaları köklü biçimde etkilememiş ancak puan farklılıklarını artırmıştır.

Sektördeki 137 beyaz eşya işletmesinin döngüsel ekonomi performans ortalaması 0,43 olarak hesaplanmıştır; işletmelerin yüzde 57'si bu değer altında kalmıştır. Sektördeki performans kaybına neden olan eksikliklerin belirlenmesi, sektörel iyileştirme politikaları açısından önem taşımaktadır. Daha önce belirtildiği üzere, kriter ağırlıklarının artması sıralamalarındaki ayrıştırmayı derinleştirdiğinden, işletmelerin büyük çoğunluğunun 0,43 puanının altında kalması bu durumla açıklanabilir. Özellikle R4, R5 ve R6 kriterlerinde işletmelerin beklenen düzeyin gerisinde kaldığı görülmektedir.

Bu kriterlerden ilki olan R6 (Sanallaştırma), dijitalleşme ve sanal çözümler aracılığıyla fiziksel kaynak kullanımının azaltılmasını, örneğin çevrim içi hizmetlerin tercih edilmesini ifade etmektedir. Bu kriterde işletmelerin dijitalleşme kapasitesinin sınırlı olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin, hem üretim süreçlerinin emek-yoğun yapıdan otomasyon sistemlerine geçişinde hem de satış sonrası hizmetlerin (örneğin servis ve garanti hizmetleri) dijital ortama taşınmasında yetersiz kaldıkları görülmektedir. Akman ve Kökümer'in (2023) beyaz eşya sektöründeki dijitalleşme olgunluğuna ilişkin çalışmasında, sektörün

dijitalleşme sürecinin erken aşamalarında bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Zhang ve diğerleri (2024) de döngüsel ekonominin işletmelerde uygulanmasındaki temel zorluklardan birinin dijitalleşme olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgular, mevcut çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumludur.

Bir diğer kriter olan R5 (Değişim), yeni teknolojilerin, sürdürülebilir malzemelerin ve yenilikçi üretim yöntemlerinin benimsenerek çevresel etkilerin azaltılmasını ifade etmektedir. Marconi ve diğerleri (2018), elektrik-elektronik sektöründe döngüsel simbiyoz faaliyetlerinin oldukça düşük düzeyde seyrettiğini belirtirken; Golinska-Dawson ve diğerleri (2024), döngüsel iş modellerinin beyaz eşya işletmelerini de kapsayan elektrik-elektronik sektöründe henüz olgunlaşma aşamasına ulaşmadığını ifade etmiştir. Bu çalışmanın bulguları, her iki araştırmanın sonuçlarıyla da tutarlılık göstermektedir.

Son kriter olan R4 (Döngü), kullanım ömrünü tamamlayan ürünlerin veya materyallerin yeniden üretim sürecine dâhil edilerek döngüsel ekonomiye kazandırılmasını ifade etmektedir. Bulgular, işletmelerin tersine lojistik süreçlerinde çeşitli zorluklar yaşadığını ortaya koymaktadır. Johnson ve diğerleri (2020), çamaşır makinesi üreticilerinin ürün geri kullanım oranını yalnızca yüzde 1,5 olarak belirlemiş; Dalhammar ve diğerleri (2020) ise beyaz eşya sektöründe yeniden kullanım potansiyelinin yüksek olmasına karşın, politik engeller nedeniyle sektörün beklenen düzeye ulaşmadığını ifade etmiştir. Her iki çalışma da sektördeki mevcut zayıflıkları destekleyen bulgularla örtüşmektedir.

7. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Günümüzde kaynakların sınırlı olması ile çevresel ve sosyal problemlerin giderek artması, mevcut ekonomik anlayışın uzun vadede sürdürülebilir olmadığını ortaya koymaktadır. Tüketici beklentilerindeki değişim ve toplumsal farkındalığın artmasıyla birlikte işletmeler, çevresel ve sosyal sorumluluklarını genişletmiş ve sürdürülebilirlik ilkesini iş modellerine entegre etmiştir. Küreselleşmenin etkisiyle birçok işletmenin uluslararası pazarlarda faaliyet göstermeye başlaması, rekabeti artırmış; işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri kritik bir önem kazanmıştır. Küresel rekabetin yoğunlaşması, verimlilik yaklaşımını ön plana çıkarmış ve işletmeleri, üretim başına kullandıkları hammadde ve enerji maliyetlerini azaltmaya yöneltmiştir. Geleceğin ekonomi modeli olarak değerlendirilen döngüsel ekonomi, ürünlerin tasarım aşamasından başlayarak üretim, kullanım ve kullanım sonrasındaki geri kazanım süreçlerinde değer yaratmayı amaçlayan; her aşamada sürdürülebilirlik ilkesini temel alan bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yönüyle döngüsel ekonomi, verimlilik temelli çalışmalar açısından da önemli bir çerçeve sağlamaktadır (Çevik, 2018; Açıklan, 2020; OECD, 2015: 20).

Beyaz eşya sektörünün döngüsel ekonomi bakımından mevcut konumunu belirlemek amacıyla bir ölçek geliştirilmiştir. Altı temel ilkeye dayanan resolve modeli esas alınarak oluşturulan bu ölçek 45 sorudan meydana gelmektedir. Ölçek, Türkiye genelindeki beyaz eşya işletmelerine uygulanmış ve yüzde 68,5 oranında geri dönüş sağlanmıştır. Verilerin toplanmasının ardından Entropi yöntemi kullanılarak beyaz eşya işletmelerinin resolve modeline dayalı kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Böylelikle sektör açısından hangi kriterlerin daha önemli olduğu nesnel biçimde ortaya konmuştur. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından TOPSIS yöntemi ile her bir işletmenin puanı hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre işletmelerin genel puan ortalaması 1 üzerinden 0,43 olarak belirlenmiş; işletmelerin yüzde 57'sinin bu değer altında kaldığı saptanmıştır. Sonrasında, kriter ağırlıkları değiştirilerek farklı senaryo analizleri yapılmış ve sıralamanın genel olarak değişmediği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, çalışmanın güvenilirliğini desteklemektedir.

İşletmelerin döngüsel ekonomi performansını en fazla etkileyen kriterler R6 (Sanallaştırma), R5 (Değişim) ve R4 (Döngü) olmuştur. Bu üç kriterin toplam ağırlığı 0,85 iken, diğer üç kriterin toplam ağırlığı yalnızca 0,15'tir. Kriter ağırlıklarının büyüklüğü, sektörde söz konusu kriterlerin uygulanma düzeyinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu üç kriter, sektörün döngüsel ekonomi bakımından güçlendirilmesi gereken alanlarını temsil etmektedir. İşletmelerin R6 kriterinde düşük performans göstermesinin temel nedeni, iş süreçlerinin yeterince dijitalleşmemiş olmasıdır. Ayrıca dijitalleşmenin döngüsel ekonomi uygulamalarını kolaylaştırdığına ilişkin farkındalık da yetersizdir. Chauhan ve diğerleri (2022), Tian ve diğerleri (2024) ile Arroyabe ve diğerleri (2024) gibi araştırmacılar, dijitalleşmenin döngüsel ekonomi üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Bu doğrultuda dijitalleşme sürecinde yaşanacak ilerlemelerin, döngüsel ekonomiyi de olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir. Beyaz eşya sektöründe üretimin fiziksel boyuttan dijital ortama taşınmasını konu alan dijital ikiz uygulamalarının yaygınlaştırılması ve hizmet süreçlerinin (örneğin servis, garanti, kullanım kılavuzu gibi) dijital ortama aktarılması bu bağlamda uygulanabilir adımlar arasındadır.

Bir diğer kriter olan R5 (Değişim), bir işletmede oluşan üretimsel atığın başka bir işletmenin girdisi hâline gelmesini ifade eden döngüsel simbiyoz ile yeni teknolojilerden yararlanarak ürünlerin yeniden kullanımına dayalı iş modellerini kapsamaktadır. Bulgular, döngüsel simbiyozun ve bu tür yenilikçi iş

modellerinin sektörde yeterince gelişmediğini göstermektedir. Bu durumu iyileştirmek amacıyla ayrıntılı ürün ve malzeme haritaları çıkarılabilir; bu malzemelerin hangi sektörlerde girdi olarak kullanılabilmesi belirlenebilir. İşletmeler arasında döngüsel simbiyoz temelli uzun dönemli iş birliklerinin, organize sanayi bölgeleri (OSB) aracılığıyla kurumsal çerçeveye kavuşturulması mümkündür. Ayrıca döngüsel ekonomiye dayalı yeni iş modellerinin hayata geçirilmesi kapsamında; e-iade noktalarının oluşturulması, ürünlerin kiralama usulüyle (örneğin otel veya yurt gibi yerlerde) kullanılması, kullanım başına ödeme sistemlerinin yaygınlaştırılması ve ürünlerin üretim bileşenlerini gösteren dijital ürün pasaportu uygulamasının tersine lojistik işletmelerine entegre edilmesi gibi uygulamalar geliştirilebilir.

Son kriter olan R4 (Döngü), kullanım ömrünü tamamlayan ürünlerin veya materyallerin yeniden üretim sürecine dâhil edilerek döngüsel ekonomiye kazandırılmasını ifade etmekte ve kapalı çevrim yaklaşımını temsil etmektedir. Bulgular, beyaz eşya işletmelerinin tersine lojistik faaliyetlerinde zayıf olduklarını ortaya koymaktadır. Üretimde kullanılan cam, bakır, çelik ve plastik gibi malzemelerin geri kazanılamaması hem hammadde kaybına hem de enerji verimsizliğine neden olmaktadır. Bu sorunların önüne geçmek amacıyla, ömrünü tamamlamış ürünleri toplayan ve bileşenlerine ayıran sektör bazlı tesisler kurulabilir; bu tesisler tarafından ayrıştırılan bileşenler, ikincil hammadde pazarı işlevi görecektir bir dijital platform aracılığıyla sektöre sunulabilir.

Döngüsel ekonomi, üretimde değer yaratımını azami düzeyde tutarak kaynak verimliliğini artıran bir yaklaşım sunmaktadır. Dünyanın en büyük beyaz eşya üreticilerinden biri konumundaki Türk beyaz eşya sektöründe, hammadde ve enerji girdileri temel maliyet kalemlerini oluşturmaktadır. Sektörün hammadde tedarikinde ithalata, enerji alanında ise dışa bağımlı olması, rekabetçiliği açısından kırılgan bir yapı yaratmaktadır (PAGEV, 2025; SBB, 2023; IEA, 2025). Bu nedenle sektörün mevcut kaynaklardan azami düzeyde yararlanması ve verimliliği önceliklendirmesi bir zorunluluk hâline gelmiştir. Döngüsel ekonominin uygulanmasıyla birlikte, üretim başına kullanılan hammadde ve enerji miktarı azalacak; üretim süreçleri daha verimli hâle gelecektir. Bu durum, sektörün rekabetçi gücünü artırarak ülke ekonomisine de olumlu katkı sağlayacaktır. Ayrıca döngüsel ekonomi, çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmakta; zararlı ve toksik maddelerin kullanımını sınırlandırarak atık oluşumunu en aza indirmektedir. Bu yaklaşım sayesinde çevresel bozulmaların önüne geçilecek, ekosistem döngüsünün yeniden tesis edilmesi mümkün olacaktır. Sosyal boyutun da gözetilmesiyle, bireylerin yaşam kalitesi ve toplumsal refah korunacak; ekonomik gelişme çevresel ve sosyal sürdürülebilirlikle dengelenecektir.

Bu çalışma, Türkiye genelindeki tüm beyaz eşya imalat işletmelerini kapsamakla birlikte, zaman ve maliyet sınırlamaları nedeniyle tüm işletmelere ulaşılamamış olması önemli bir kısıt oluşturmuştur. Ayrıca, sektör bazında döngüsel ekonomi performansını ölçebilecek kapsamlı veri setlerinin bulunmaması da bir diğer sınırlılıktır. Son olarak, literatürde beyaz eşya sektörü özelinde döngüsel ekonomi performansını değerlendiren çalışmaların azlığı, bu araştırmanın bir başka kısıtını teşkil etmektedir.

Beyaz eşya imalat işletmeleri ölçeğinde yürütülen bu çalışmayla, sektörün döngüsel ekonomi puanları ve ortalama performans düzeyi ortaya konmuştur. Gelecekteki çalışmalarda, beyaz eşya sektöründeki döngüsel ekonomi düzeyinin zaman içinde yasal düzenlemeler ve teşvikler doğrultusunda nasıl değiştiğini izleyebilmek amacıyla bir döngüsel ekonomi endeksi geliştirilebilir. Bu endeks sayesinde sektörün altı ilke ve kırk beş gösterge düzeyinde hangi konumda bulunduğu tespit edilerek, elde edilen bulgular doğrultusunda kapsayıcı politikalar geliştirilebilir. Ayrıca bu çalışmada oluşturulan veri seti, diğer sektörlerin döngüsel ekonomi performanslarının ölçülmesine yönelik gelecekteki araştırmalara da referans niteliğinde bir temel sunabilir.

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.
This study received no funding from any governmental, commercial or non-profit organisation.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Bu çalışma için Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Etik Kurulu'nun 24.10.2024 tarihli ve 303558 numaralı kararı ile onay alınmıştır.

For this study, the approval of the Ankara Hacı Bayram Veli University Ethics Committee was obtained with the decision dated 24.10.2024 and numbered 303558.

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.

Bölüm 1.01



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 Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Açıkalın, N. (2020). "Sürdürülebilir Pazarlama Bakış Açısı ile Döngüsel Ekonomi İncelemesi", *Sakarya İktisat Dergisi*, 9(3), 238-257.
- Adams, K.T., Osmani, M., Thorpe, T., Thornback, J. (2017). "Circular Economy in Construction: Current Awareness, Challenges And Enablers", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 170(1), 15-24. <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00011>
- Akiş, E. (2019). "Türk Beyaz Eşya Sanayi'nin Rekabet Gücü", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 17(4), 232-247.
- Akman, G. ve Kökümer, Z. (2023). "Evaluation of Digital Transformation Competency in the White-Goods Sector in the Context of Industry 4.0 by MACBETH and EDAS Methods", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 38(4), 2033–2053. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.981824>
- Arçelik (2025). "Arçelik", <https://www.arcelikglobal.com/>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Arroyabe, M.F., Arranz, C.F.A. ve Fernandez de Arroyabe, J.C. (2024). "The Integration of Circular Economy and Digital Transformation as a Catalyst for Small and Medium Enterprise Innovation", *Business Strategy and the Environment*, 33(7), 7162-7181. <https://doi.org/10.1002/bse.3858>
- Bakır, M. ve Atalık, Ö. (2018). "Entropi ve ARAS Yöntemleriyle Havayolu İşletmelerinde Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 617-638.
- Bek, D., Lim, M. (2018). The Circular Economy: The Circular Economy A Key Approach for Addressing Strategic Challenges in Supply Chains. *Social Business*, 8, 95-102
- Bosch (2025). "Bosch", <https://www.bosch.com.tr/>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Bovea, M.D. ve Perez-Belis, V. (2018). "Identifying Design Guidelines to Meet the Circular Economy Principles: A Case Study on Electric And Electronic Equipment", *Journal Of Environmental Management*, 228, 483-494. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.014>
- Büyükkeklik, A. ve Afşar, Y. (2023). "Döngüsel Ekonomi ve Verimlilik: Sosyal Bilimler Kapsamında Bir Literatür İncelemesi", *Verimlilik Dergisi*, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı, 127-149. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1114231>
- CECED (2022). "Material Flows of the Home Appliance Industry", Brüksel.
- Chauhan, A., Jakhar, S.K. ve Chauhan, C. (2021). "The Interplay of Circular Economy with Industry 4.0 Enabled Smart City Drivers of Healthcare Waste Disposal", *Journal of Cleaner Production*, 279, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123854>
- Claudia, F., Emilio, P. ve Chiara, P. (2024). "Scaling Up a Circular Business Model for Remanufacturing: A Case Study of a Sustainable Value Creation Strategy for the White Goods Industry", *Business Strategy and the Environment*, 33(7), 7479-7510. <https://doi.org/10.1002/bse.3873>
- Cole, C., Gnanapragasam, A. ve diğerleri (2017). "Towards A Circular Economy: Exploring Routes to Reuse for Discarded Electrical and Electronic Equipment", *Procedia CIRP*, 61, 155-160. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.234>
- Commbank. (2022). "Commbank Consumer Insights Report (2022)", <https://www.commbank.com.au/content/dam/commbank-assets/business/industries/2022-10/commbank-consumer-insights-report-10-2022.pdf> (Erişim Tarihi: 18.05.2025).
- Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi. (2022). White Goods Hvac, Home Appliances Industry Overview. Ankara
- Çankaya, Y.S. ve Umut, Ö.M. (2023). "İşletmelerde Döngüsel Ekonominin Uygulanabilmesi İçin Gerekli Özelliklerin Delfi Yöntemi ile Belirlenmesi", *Verimlilik Dergisi*, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı, 1-22. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1103188>
- Çelikkilek, Y. ve Tüysüz, F. (2020). "An in-Depth Review of Theory of The TOPSIS (Method: An Experimental Analysis)", *Journal Of Management Analytics*, 7(2), 281-300. <https://doi.org/10.1080/23270012.2020.1748528>
- Çevik, G.Z. (2018). "Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz", Yüksek Lisans Tezi, Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çokmutlu, E.M. (2023). "Sürdürülebilir Kalkınma Temelinde Döngüsel Ekonomi Performansı", *Verimlilik Dergisi*, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı, 151-170. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1111745>
- ÇŞİB. (2025). "ÇŞİB Bilgi Kaynağı", <https://kutuphane.ankaraka.org.tr/upload/dokumandosya/de-ve-uygulamaları---e-ce-dinsel.pdf>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Dalhammar, C., Wihlborg, E., Milios, L., Luth Richter, J., Svensson-Höglund, S., Russell, J. ve Thidell, Å. (2021). "Enabling Reuse in Extended Producer Responsibility Schemes for White Goods: Legal and Organisational Conditions for Connecting Resource Flows and Actors", *Circular Economy and Sustainability*, 1(2), 671-695. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00053-w>

- Ecomena. (2025). "Ecomena", <https://www.ecomena.org/third-policy/>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Elisha, O.D. (2020). "Moving Beyond Take-Make-Dispose To Take-Make Use For Sustainable Economy", *International Journal of Scientific Research in Education*, 13(3), 497-516.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). "Towards to Circular Economy: Business Rationale for An Accelerated Transition", İngiltere.
- Erol, İ. ve Ferrell, G.W. (2009). "Integrated Approach for Reorganizing Purchasing: Theory and a Case Analysis on a Turkish Company", *Computers & Industrial Engineering*, 56, 1192-1204. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.07.011>
- European Commision (2025). *European Commision Environment*. https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- European Investment Bank. (2020). "The EIB Circular Economy Guide". Lüksemburg.
- Ferrante, M., Vitti, M. ve Sassanelli, C. (2025). "The Evolution of Circular Economy Performance Assessment: A Systematic Literature Review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 217, 115757. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115757>
- Globenewswire (2025). "Global White Goods Market Size To Worth USD 1658.82 Billion By 2033". <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/07/19/2915705/0/en/Global-White-Goods-Market-Size-To-Worth-USD-1658-82-Billion-By-2033-CAGR-Of-8-14.html>, (Erişim Tarihi: 18.05.2025).
- Golinska-Dawson, P., Zysnarska, Z. ve Pender, A. (2024). "Assessment of the Maturity of Product-as-a-Service Business Models for Household Appliances from the Perspective of R Strategies in Circular Economy", *Procedia CIRP*, 122, 1083-1088. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.02.038>
- Göğebakan, M. (2022). "Ülkelerin Lojistik Performanslarının Entropi Tabanlı TOPSIS Yöntemine Göre Sıralanması", *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 146-156. <https://doi.org/10.51513/jitsa.1128888>
- Gue, İ.H.V., Promentilla, M.B., Tan, R.R. ve Ubando, T.A. (2020). "Sector Perception of Circular Economy Driver Interrelationships", *Journal of Cleaner Production*, 276, 123204. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123204>
- Gupta, H., Kumar, A. ve Wasan, P. (2021). "Industry 4.0, Cleaner Production and Circular Economy: An Integrative Framework for Evaluating Ethical and Sustainable Business Performance of Manufacturing Organizations", *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>
- Gurusinghe, D. I., Iyer-Raniga, U. ve Moore, T. (2025). "Practical Considerations of Circular Economy Strategies in the Residential Sector in Australia Using the ReSOLVE Framework", *Building and Environment*, 282, 113279. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113279>
- Hina, M., Chauhan, C., Kaur, P., Kraus, S. Dhir, A. (2022). "Drivers and Barriers of Circular Economy Business Models: Where We Are Now, and Where We Are Heading", *Journal of Cleaner Production*, 333, 130049. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130049>
- Huang, J., Peng, K. (2012). "Fuzzy Rasch Model in TOPSIS: A New Approach for Generating Fuzzy Numbers to Assess the Competitiveness of the Tourism Industries in Asian Countries", *Tourism Management*, 33, 456-465. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.05.006>
- IEA (2025). "IEA", <https://www.iea.org/countries/turkiye/>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Jabbour, C.J.C., Jabbour, A.B.L.D.S., Sarkis, J. ve Filho, M.G. (2019). "Unlocking the Circular Economy through New Business Models Based on Large-Scale Data: An Integrative Framework and Research Agenda", *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 546-552. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.010>
- Johnson, M., McMahon, K. ve Fitzpatrick, C. (2020). "A Preparation for Reuse Trial of Washing Machines in Ireland", *Sustainability*, 12(3), 1175. <https://doi.org/10.3390/su12031175>
- Kadioğlu, H. (2025). "Evren ve Örneklem", <https://sbf.marmara.edu.tr/dosya/sbf/ders%20notlar%C4%B1/evren%20ve%20%C3%B6rneklem.pdf>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M. ve Rosado, L. (2018). "Circular Economy – From Review of Theories and Practices to Development of Implementation Tools", *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>
- Köksal, M. (2024). "Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Döngüsel Ekonominin Sürdürülebilir İşletme Performansına Etkisi: Asansör Sektöründe Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, 58(4), 601-622. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1485238>
- Chiappetta Jabbour, C.J., Seuring, S., Lopes De Sousa Jabbour, A.B., Jugend, D., De Camargo Fiorini, P., Latan, H. ve Izeppi, W.C. (2020). "Stakeholders, Innovative Business Models for the Circular Economy and Sustainable Performance of Firms in an Emerging Economy Facing Institutional Voids", *Journal of Environmental Management*, 264, 110416. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110416>
- Lezki, Ş. (2014). "Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Karar Ağacı Kullanımı", *İktisadi Yenilik Dergisi*, 2(1), 16-31.

- Loon, P., Wassenhove, L.N.V. ve Mihelic, A. (2023). "Designing a Circular Business Strategy: 7 Years of Evolution at a Large Washing Machine Manufacturer", *Business Strategy and the Environment*, 31(3), 1030-1041.
- Lopes, E.J., Lima, L.S., S., Bonilla, M.A.M. ve Bouzon, M. (2024). "Systematic Review of the Circular Economy Performance Assessment System under International Management Paradigms", *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(9), 1-19. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n9-013>
- Marconi, M., Gregori, F., Germani, M., Papetti, A. ve Favi, C. (2018). "An Approach to Favor Industrial Symbiosis: The Case of Waste Electrical and Electronic Equipment", *Procedia Manufacturing*, 21, 502-509. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.150>
- Mishra, A.R., Rani, P., Pamucar, D., Hezam, I.M. ve Saha, A. (2023). "Entropy and Discrimination Measures Based q-Rung Orthopair Fuzzy MULTIMOORA Framework for Selecting Solid Waste Disposal Method", *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 12988-13011. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22734-1>
- Neves, S.A. ve Marques, A.C. (2022). "Drivers and Barriers in The Transition From A Linear Economy to A Circular Economy", *Journal of Cleaner Production*, 341, 130865. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130865>
- Odu, G.O. (2019). "Weighting Methods for Multi-Criteria Decision Making Technique", *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23(8), 1449-1457. <https://doi.org/10.4314/jasem.v23i8.7>
- OECD. (2015). "OECD Compendium of Productivity Indicators 2015". https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2015/05/oecd-compendium-of-productivity-indicators-2015_g1q50531/pdtyv-2015-en.pdf, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Önder, H. (2018). "Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204.
- Özgüner, Z. ve Özgüner, M. (2020). "Entegre Entropi-TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Değerlendirme ve Seçme Probleminin Çözülmesi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(37), 551-568.
- PAGEV (2025). "Plastik Sektör Raporu 2025 Ocak-Mart". <https://pagev.org/upload/files/Plastik%20Sektör%20Raporu%202025%20-%20Ocak%20-Mart.pdf>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Perona, M., Bressanelli, G. ve Saccani, N. (2017). "Reshaping The Washing Machine Industry Through Circular Economy And Product-Service System Business Models", *Procedia CIRP*, 64, 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.06>
- Perona, M., Bressanelli, G., Saccani, N. ve diğerleri (2020). "Towards Circular Economy in the Household Appliance Industry: An Overview of Cases", *Resources*, 9(128), 3-23. <https://doi.org/10.3390/resources9110128>
- Precedence Research (2023). "Household Appliances Market Size, Growth, Report By 2030". ABD.
- Saban, M. ve Mansyur, R. A. (2023). "Ulaştırma ve Depolama Sektörünün Entropi-TOPSIS Yöntemleriyle Finansal Performans Analizi", *Yönetim, Ekonomi, Edebiyat, İslami ve Politik Bilimler Dergisi*, 8(1), 42-58. <https://doi.org/10.24013/jomelips.1279339>
- Saccani, N., Bressanelli, G. ve Perona, M. (2019). "Assessing the Impacts of Circular Economy: A Framework and an Application to the Washing Machine Industry", *International Journal of Management and Decision Making*, 18(3), 282.
- Sallerström, P., Sundin, J., Kurilova-Palisaitiene, J. ve Sundin, E. (2022). "Scaling Up Repair Workshops to Remanufacturing Facilities for Household Appliances as a Service", *Procedia CIRP*, 105, 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.02.008>
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2025). "Sanayi Sicil Bilgi Sistemi", Ankara.
- Sarmiento, T.L.F., Meurer, S., Bellen, H.M. ve Petri, S.M. (2024). "Performance Evaluation of Circular Economy Practices: A Literature Review", *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(8), e06370. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n8-070>
- Sariatli, F. (2017). "Linear Economy versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability", *Visegrad Journal on Bioeconomy And Sustainable Development*, 6(1),31-34. <https://doi.org/10.1515/vjbsd-2017-0005>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.019>
- Sayın, F. ve Utkulu, U. (2023). "Türkiye'nin Döngüsellik Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Bir Araştırma", *Verimlilik Dergisi*, 187-204.
- SBB (2023). "On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028". https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).

- Sell, L. G., Tedesco, M. ve diğerleri (2023). "Circular Economy Practices Using the ReSOLVE Framework: An Assessment by Sector and Scale in the Brazilian Planted Tree Industry", *Journal of Cleaner Production*, 433. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139780>
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. ve Tarokh, M.J. (2011). "A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting", *Expert Systems With Applications*, 38, 12160-12167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.03.027>
- Stahel, W.R. (2016). "The Circular Economy", *Nature*, 531, 435-438.
- Sumer, S. ve Yanık, R. (2022). "İslami Finans Kapsamında Döngüsel Ekonomi". *Hitit İlahiyat Dergisi*, 20(3), 201-224. <https://doi.org/10.14395/hid.939566>
- Şimşek, A. (2018). "Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri". Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- The Pakistan Credit Rating Agency Limited. (2021). "Household Appliances: An Overview", Pakistan.
- Tian, S., Sharma, A., Wu, L. ve Pawar, K.S. (2025). "A Systematic Literature Review on the Digital Platform and its Role in the Circular Economy: State-of-the-Art and Future Research Directions", *Journal of Digital Economy*, 3, 132-145. <https://doi.org/10.1016/j.jdec.2024.12.001>
- Ticaret Bakanlığı (2018). "Household Appliances, Parts and Components", <https://trade.gov.tr/data/5b8fd58313b8761f041fee9272fb8f972d5abd3f231ea78adb06b78d.pdf>, (Erişim tarihi: 25.09.2025).
- Toksoy, E. (2012). "Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemleri ve Vikor Yöntemi ile Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tura, N., Hanski, J., Ahola, T., Stähle, M., Piiparinen, S. ve Valkokari, P. (2019). "Unlocking Circular Business: A Framework of Barriers and Drivers", *Journal of Cleaner Production*, 212, 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.202>
- Türkbese. (2023). "Sektör Analiz Raporu". 15 Ocak 2024. İstanbul.
- Türkmen, M.A. ve Kılıç, F. (2020). "Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışına Yönelik Döngüsel Ekonomi Modeli", *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(4), 2538-2556. <http://dx.doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.20.11.1452>
- Yıldız Çankaya, S. ve Özbakır Umud, M. (2023). İşletmelerde Döngüsel Ekonominin Uygulanabilmesi İçin Gerekli Özelliklerin Delfi Yöntemi ile Belirlenmesi, "*Verimlilik Dergisi*", 1-22. Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı, <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1103188>
- Upadhayay, S. ve Alqassimi, O. (2018). "Transition from Linear to Circular Economy", *Westcliff International Journal of Applied Research*, 2(2), 62-74. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100539>
- Vestel (2025). "Vestel", <https://www.vestel.com.tr/>, (Erişim Tarihi: 25.09.2025).
- Wu, R.M.X., Zhang, Z., Yan, W., Fan, J., Guo, J., Liu, B., Gide, E., Soar, J. Shen, B., Fazal-e-Hasan, S., Liu, Z., Zhang, P., Wang, P., Cui, X., Peng, Z. ve Wang, Y. (2022). "A Comparative Analysis of the Principal Component Analysis and Entropy Weight Methods to Establish the Indexing Measurement", *Plos One*, 17(1), e0314513, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314513>
- Yang, Q.Z., Xu, K. ve Zhou, J. (2014). "A 3R Implementation Framework to Enable Circular Consumption in Community", *International Journal of Environmental Science and Development*, 5(2), 217-222. <https://doi.org/10.7763/IJESD.2014.V5.481>
- Yılmaz, F. ve Ünsar, S. (2008). "Performans Değerlendirme Sisteminin İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi ve Örnek Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, (2), 7-33.
- Yücel, Y. (2018). "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Tekstil Sektöründe En Uygun Tedarikçi Seçimi ve Bir Yazılım Uygulaması". (Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi).
- Zhang, L., Gu, F. ve He, M. (2024). "The Influence of Digital Transformation on the Reconfigurability and Performance of Supply Chains: A Study of the Electronic, Machinery, and Home Appliance Manufacturing Industries in China", *Sustainability*, 16(7), 2689. <https://doi.org/10.3390/su16072689>
- Zoka, M. ve Korez Vide, R. (2025). "Circular Economy Implementation in the Electric and Electronic Equipment Industry: Challenges and Opportunities", *Sustainability*, 17(17), 7700. <https://doi.org/10.3390/su17177700>