



## Sürdürülebilir atık yönetimine ilişkin bir araştırma: plastik sektöründe bir uygulama

Emine Elif Nebati<sup>a1,\*</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Istanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2022) 4 (3): 150-160

<https://doi.org/10.47769/izufbed.1180001>

ORCID 1\_0000-0002-3950-4279

### YAYIN BİLGİSİ

Yayın geçmişi:

Gönderilen tarih: 25 Eylül 2022

Kabul tarihi: 24 Ekim 2022

### Anahtar kelimeler:

Atık Yönetimi

Plastik Sektörü

AHP

TOPSIS

### ÖZET

Tüketime dayalı yaşam biçimi, nüfusun artışı, sanayinin gelişimi, sanayi ürünlerinin çeşitlenmesi ve çevre kirliliği hem insanın hem doğanın hem de diğer canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Bu durumun önüne geçilmesi için, atıkların doğru bir şekilde toplanması, taşınması ve ayrıştırılması gerekmektedir. Ülkemizde ve Dünya'da doğal kaynakların korunumu, çevreye verilen olumsuz etkilerin önlenmesi için atık yönetimine ilişkin çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Doğru atık yönetim süreci ile, atıkların doğru süreçlere tabi tutulup kaynak olarak sisteme geri kazandırılmasını hedeflenmektedir. Bu çalışmanın amacı, sürdürülebilir atık yönetiminde başarılı olmak için gerekli kriterler ve stratejilerin incelenmesidir. Bu çalışmada, öncelikle plastik sektöründe faaliyet gösteren bir firma için atık yönetiminde etkili olan 9 faktör AHP ile önceliklendirilmiştir. İkinci adımda, atık yönetiminde kabul görmüş 6 alternatif strateji TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır. Atık yönetiminde en önemli kriter atık depolama alanlarının doğru seçimi iken, en önemli strateji geri dönüşüm olarak belirlenmiştir.

## A research of sustainable waste management: an application in the plastics industry

### ARTICLE INFO

Article history:

Received: 25 September 2022

Accepted: 24 October 2022

### Key words:

Waste Management

Plastic Industry

AHP

TOPSIS

### ABSTRACT

Consumption-based lifestyle, population growth, development of industry, diversification of industrial products and environmental pollution is threatening the lives of humans and the nature. In order to prevent this situation, it is necessary to collect the wastes, transport them and separate them correctly. In order to protect natural resources and prevent negative effects on the environment, in our country and in the world generally, various studies are carried out on waste management. With the correct management of the waste management process, it is aimed to return the wastes to the system, even if the wastes cannot be prevented. The aim of this study is to examine the criteria and strategies required for a firm in the plastics industry in sustainable waste management. In this study, 9 factors that are effective in waste management for a company operating in the plastics industry were prioritized with AHP. Then, 6 alternative strategies accepted in waste management were listed with the TOPSIS method. While the most important criterion in waste management is the correct selection of waste storage areas, the most important strategy has been determined as recycling.

### 1. Giriş

Hızlı nüfus artışı, teknolojik ve endüstriyel gelişmelere bağlı olarak insanların tüketim alışkanlıklarının değişimi daha fazla atık oluşumuna sebebiyet vermiştir. Artan atık miktarının nasıl yönetileceğine ilişkin başlayan tartışmalar ilk etapta atıkların yaşam alanından uzak bir noktada toplanması yönünde olmuştur. (Shekdar, 2009). Öncesinde yeterli bulunan bu fikir, artan miktara doğru orantılı olarak yaşam alanından uzak yeni

yerlerin arayışına yönlendirmiştir. Zaman içerisinde, depolanan bu atıkları sürekli bir şekilde yeni bir yerde depolama fikrinin çok uygun olmadığı ve aynı zamanda atıkların içerisinde değerlendirilebilir atıkların var olduğu fikri yayılmaya başlamıştır. Atıklara ilişkin edinilen yeni fikirler ışığında, atıklardan maksimum fayda elde edilmesi ve çevreye ilişkin minimum olumsuz etki hedeflenmiştir. Atıkların yönetimine ilişkin, toplumsal anlamda faydayı maksimize edecek uygulamalar ve yöntemler açığa

\*Sorumlu yazar.

E-mail adresi: [emine.nebati@izu.edu.tr](mailto:emine.nebati@izu.edu.tr) (Emine Elif Nebati)

çıkartılmıştır (Bilgili, 2020).

Çalışmaya konu edinilen ve atıklara ilişkin ele alınması gereken bir diğer konu, gün geçtikçe artmaya devam eden plastik kullanım oranının, canlılar ve çevre için tehlike arz etmesidir. Plastik atıklar da, diğer tüm atıklar gibi Dünya’da küresel bir sorun haline gelmiştir. Plastikler geri dönüşüm süreçleri sonucunda enerji, malzeme, maliyet ve zaman açısından tasarruf sağlamaktadır (Wang vd.,2016). Plastiklerin tekrar malzeme olarak geri kazanılması, doğal kaynakların aşırı kullanımını azaltarak özellikle çevresel ve ekonomik açıdan büyük katkı sağlamaktadır (Çevik Aka,2021). Bu çalışmanın temel motivasyonu, plastik sektöründeki şirketlerin atık yönetimi sürecinde durum değerlendirmesini yapmak ve doğru karar verebilmeleri için stratejik bir model önermektir. Atık yönetiminin çok önemli bir yer e sahip olduğu plastik sektöründe yöneticilerin doğru karar ve stratejileri belirleyebilmesi buna göre bir yol haritası belirlemeleri büyük önem taşımaktadır. Atık yönetimine ilişkin çeşitli çalışmalar olmasına rağmen karar verme modelleri içinde bu konu nadiren ele alınmıştır. Böylece yazına katkı sağlayacağı umulmaktadır.

Çalışmada, plastik sektöründe atık yönetiminde etkili kriterler ve bunlara ilişkin stratejiler değerlendirilmiştir. AHP yöntemi ile kriterlerin önem ağırlıkları elde edilirken, yazında atık yönetiminde kabul görmüş stratejiler TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, en önemli alternatif, geri dönüşüm stratejisidir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, veri seri seti oluşturulmuş, atık yönetiminde etkili başarı kriterleri ve stratejiler belirlenmiştir. AHP ve TOPSIS yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Ardından önerilen model plastik sektöründe bir firmanın atık yönetimi değerlendirme sürecine uygulanmış olup, son bölümde sonuçlar ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

## 2. Yazın Araştırması

Atık yönetimi ve uygulamaları konusunda yapılan literatür taraması sonucunda, konunun pek çok çalışmaya konu edildiği görülmüştür. Bu hususta yer alan çalışmaların bazıları;

Troschinetz ve Mihelcic, (2009) 23 gelişmekte olan ülkede evsel katı atık üretimi ve geri kazanım oranları üzerine araştırma yapmıştır. Uzunoglu (2014) çalışmasında çevre kirliliğine sebep olan atıklar ve atıkların yönetimi konusu üzerinde durmuştur. Öncel ve diğ. (2017), Türkiye’deki plastik ürün üretimi sektöründen kaynaklanan tehlikeli atıkların türlerinin ve miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Alakaş ve diğ. (2018), geri dönüştürülebilir atıkların toplanması için talep tahmini yapmış ve en az maliyeti gözetken atık toplama rotalarını bulmuştur. Demirarslan ve Başak (2018), çalışmalarında ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesini ele almış ve bu bölgedeki illerde, ortaya çıkan atık miktarlarını, belediyelerin bu konudaki faaliyetlerini ve bu atıkları bertaraf etme yöntemlerini incelemiştir. Solak ve Pekküçükşen (2018), katı atık yönetiminden sorumlu belediyelerin bu süreci nasıl yönettiğini ve sorunlara geliştirilen çözüm yollarını değerlendirmiştir. Deste vd. (2018), atık yönetimi ve geri dönüşüm konusunu, Yeşil Yıldız kriterlerine ilişkin bir konaklama işletmesi üzerinden değerlendirmiştir. Tufaner (2019), Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi’ni pilot çalışma bölgesi olarak seçmiştir. Öğrencilerin erişiminin kolay olacağı noktalara geri dönüşüm kutuları yerleştirmiş ve elde edilen atıklara ilişkin verileri değerlendirmiştir. Ömürbek, ve diğ., (2019) çalışmasında öncelikle çevre sorunları ve sebeplerine yer vermiştir. Ardından atık kavramı ve sıfır atık projesi hakkında detaylı bilgi verilerek üniversitelerin atık yönetimindeki durum değerlendirmesi

yapılmıştır. Bilen (2019), çalışmasında plastik poşetlerin zararlarının önüne geçmek amacıyla bu alandaki çalışmaları ve yönetmelikleri ele almış, tüketicilerin plastik poşet kullanımının önüne geçmenin sürdürülebilir kalkınma için sağlanması gereken bir husus olduğunu ortaya koymuş ve tüketicilerin bilinçlenmesi, plastik poşetlerin kullanımının azaltılmasına yönelik öneriler sunmuştur. Tezel ve Yıldız (2020), sürdürülebilir kalkınma ve atık yönetimi bağlamında, Edirne Katı Atık Birliği tesisinin dünya ve Türkiye’den örneklerle karşılaştırılmasını yapmıştır. Rensburg et. al. (2020) Güney Afrika’nın Durban şehrindeki tek kullanımlık plastik ürünleri incelemiş ve plastik tüketimine yönelik değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Sayın (2020), çalışmasında evsel atıklarda hane halkının farkındalığını ölçmeyi amaçlamış, bu atıkların çevreye ve ekonomiye olan faydalarını sunmuştur. Çalışma sonucunda, çevre bilinci farkındalığının; cinsiyet, yaş, çalışma durumu, medeni hal, eğitim gibi faktörlerce farklılık gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Çevik Aka (2021), firmaların dış kaynak kullanımı ile geri dönüşüm faaliyetlerini üretim süreçlerine dahil etme kararı vermesinde etkili olan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesini amaçlanmıştır. Gül ve Yaman (2021), Ankara’da yaşayana kişilerin atık yönetimi ve sıfır atık projesi konusundaki bilgilerini araştırmıştır. Güllü (2022) Sıfır atık yönetimi yaklaşımına uygun olarak inşaat ve yıkıntı atığı bileşenlerinin ayrı ayrı nasıl değerlendirilebileceğine değinmiştir.

## 3. Materyal ve Yöntem

Çalışmada ÇKKV tekniklerinden, AHP ve TOPSIS metotları kullanılmıştır. Bu yöntemlerin, birden fazla alternatif olduğu karar verme problemlerinde, nicel analizler açısından literatürde pek çok çalışmada kullanıldığı gözlenmiştir. İlgili metotların uygulama adımları aşağıdaki gibidir;(Saaty, 2008)

### 3.1 Veri Seti

Belirlenen başarı kriterleri Tablo-1 ve stratejiler Tablo-2’de yer aldığı gibidir; (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014: 5-6; Bilgili, 2020; Jibril, et.al., 2012; Gündüzalp and Güven, 2016).

**Tablo 1.** Atık yönetiminde başarı kriterleri

Başarı Kriterleri	Açıklama
Bilinç ve farkındalık oluşturma	Atık yönetimi ve geri dönüşüme ilişkin, süreç katılım sağlayan kişilerde farkındalık ve bilinç oluşması
Yasal düzenlemeler	Devlet tarafından konuya ilişkin getirilen kanunlar, yönetmeliklerin bulunması ve bunlara uygun hareket edilmesi,
Altyapı	Geri dönüşüm, ayrıştırma, depolama vb. faaliyetlere dair çalışmaya elverişli altyapı unsurlarının tamamlanması
Finansman ve destek	Faaliyetlerin yürütülmesi adına gerekli maddi faktörlerin oluşturulması, gerekli unsurlarının finanse edilip, desteklenmesi
Ar-ge faaliyetleri	Geri dönüşüm faaliyetlerindeki gelişmelere bağlı olarak, geliştirilecek yeni yöntem ve uygulamaların oluşturulması, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sürekliliği
Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atıkların depolanmadan daha önce cinslerine ve türüne göre ayrıştırılması ve bunların plastik cinsine göre ayrıştırılması
Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Atıkların depolandığı yerin doğru seçilmesi ve düzenli depolamaya uygun olması
Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılacak her türlü makine, teçhizat, araçların amacına uygun ve doğru tayin edilmesi

ekipmanların doğru seçilmesi	
Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe uygunluğu ve verimliliği	Sürecin yürütücüsü konumundaki personelin gerçekleştirilen işe uygunluğu ve verimliliği

**Tablo 2.** Atık yönetiminde etkin stratejiler

Stratejiler	Açıklama
Kaynakta azaltma stratejisi	Atığı kaynağında azaltarak, buna bağlı tehlike ve zararların azaltılmasıdır. Yapılan ürün tasarımlarında ve üretim safhasında daha az kaynak/hammadde kullanarak gereksiz tüketimin önüne geçme prensibine dayanmaktadır.
Kaynakta önleme stratejisi	Atıkların kaynakta önlenmesidir. Herhangi bir ürünün atığa dönüşmesinden evvel tedbir almaya dayanmaktadır. Bu sayede ortaya çıkacak atık miktarının azaltılması hedeflenir.
Yeniden kullanma stratejisi	Atık maddenin mümkün mertebe tekrar kullanımına dayanmaktadır. Bir başka deyişle, ürünün veya atık sayılmayacak bileşenin, üretilme ya da tasarlanma şekline uygun şekilde aynı amaçlarla tekrar kullanılmasıdır.
Geri dönüşüm stratejisi	Geri dönüştürülmesi mümkün atıkların, kaynağında ayrıştırılarak, işleme tabi tutulduktan sonra tekrar hammadde olarak kazanılmasıdır. Atık haline gelen ürünlerin çeşitli ürün, malzeme veya maddelere dönüştürülmesi işlemleridir.
Enerji geri kazanımı stratejisi	Atıkların, üretim/tüketim süreçlerinde kullanılan malzemeleri ikame etmek üzere hazır hale getirilmesi veya oksijensiz çürütme ve termal yöntemlerle yakıt, ısı ve elektrik enerjisi olarak geri kazanılmasıdır.
Bertaraf stratejisi	Geri dönüştürülmesi, tekrar kullanıma sunulması ve enerji kazanımı mümkün olmayan atıkların, canlılar ve çevre için risk teşkil ettiği noktada, atıkların belirlenmiş teknik yöntemlerle depolanmasıdır. Bu şekilde canlıların sağlığı ve çevre korunmaktadır.

### 3.2 AHP Yöntemi

**Adım 1. Modelin oluşturulması:** AHP yöntemiyle karar verme sürecinde ilk olarak tüm nicel ve nitel faktörler anket çalışmalarıyla veya ilgili konuda uzman kişilerin görüşlerine başvurularak belirlenmektedir. Daha sonra elde edilen veriler ile amaç, kriterler, alt kriterler ve son olarak alternatifler belirlenerek hiyerarşik bir yapı oluşturulmaktadır.

**Adım 2. İkili kıyaslama matrisinin oluşturulması:** Hiyerarşik yapı hazırlandıktan sonra ikili karşılaştırmalar Tablo 3'deki Saaty 1-9 ölçeğinden faydalanılarak sayısal ifadeye dönüştürülür ve matris elde edilir.

**Tablo 3.** AHP sürecinde kullanılan temel ölçekler (Saaty T. L., 1990)

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki faktör de eşdeğer öneme sahip olması
3	Biraz önemli	Faktörlerden birinin daha üstün olması
5	Fazla Önemli	Faktörlerden birinin belirgin üstünlüğünün olması
7	Çok fazla	Faktörlerden birinin önemli

	önemli	derecede üstünlüğünün olması
9	Aşırı derecede önemli	Faktörlerden birinin üstünlüğünün kanıtlanabilecek düzeyde olması
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

İkili karşılaştırması yapılan kriter veya alternatifin birbirine göre durumları ile bir kare matris elde edilir.  $v_{ij}$ , i. faktörün j.faktöre göre ikili karşılaştırma değerini ifade eder. İkili karşılaştırma matrisi Eşitlik 1 ile gösterilebilir.

$$V = [v_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ \frac{1}{v_{12}} & 1 & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{1}{v_{1n}} & \frac{1}{v_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Elde edilen kare matriste köşegen değerleri aynı kriter veya alternatif birbirine göre değerlendirildiği için "1" dir. Köşegen elemanları için Eşitlik 2 tanımlanır;

$$v_{ij} = \frac{1}{v_{ji}} \quad (2)$$

Adım 3. Özvektörün (görelî önem vektörünün) belirlenmesi: İkili karşılaştırma matrisi kullanılarak faktörlerin birbirine göre göreceli önem değerleri hesaplanabilir. Bunun için Eşitlik 3 ile, ilk olarak her bir eleman, bulunduğu sütundaki bütün değerlerin toplamına bölünür.

$$g_{ij} = \frac{v_{ij}}{\sum_{i=1}^n v_{ij}} \quad (3)$$

Ardından elde edilen değerler Eşitlik 4'de ki G matrisine yazılır.

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ g_{n1} & g_{n2} & \dots & g_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Göreceli önem değeri, Eşitlik 5 ile her satırın aritmetik ortalamasıyla elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n g_{ij}}{n} \quad (5)$$

Aynı işlem her satır için uygulandığında Eşitlik 6'da ki önem vektörü oluşmuş olur.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

Adım 4. Tutarlılığın hesaplanması: Karar verme sürecinin sonunda verilen kararın tutarlı olması beklenir. Tutarlılık matriste yer alan değerlerin arasındaki matematiksel ilişki olarak tanımlanabilir. Tutarlılık Oranı (CR) ile tutarlılık analizi yapılır. Eşitlik 7'de CR' nin hesaplanmasında ilk olarak A

kiyaslama matrisi ile W önem değeri matrisi çarpılarak E vektörü elde edilir. kıyaslama matrisi ile W önem değeri matrisi çarpılarak E vektörü elde edilir.

$$V * W = E = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

E vektörünün her bir elemanı, w sütun vektöründeki karşılıklı elemanlara bölünürse, her kriter için temel değer sütun vektörü (S) Eşitlik 8'de elde edilir.

$$S_i = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

S sütun vektöründeki elemanların aritmetik ortalamasıyla karşılaştırmanın temel değeri Eşitlik 9 ile elde edilmiştir olur.

$$\lambda = \frac{S_i}{n} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

Hesaplanan  $\lambda$  değeri kullanılarak Eşitlik 10'da Tutarlılık İndeksi (CI) hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (10)$$

Bu aşamada son olarak CR değerini hesaplamak için CI değeri, Saaty tarafından matris büyüklüğü için hesaplanmış Rastgele İndeks (RI) sabit değerine bölünür.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (11)$$

Rastgele İndeks (RI) değerleri Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Rastgele indeks değerleri (Saaty T., 1994)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Yapılan hesaplamalar sonucunda CR değerinin 0,10' dan küçük veya eşit çıkması ikili karşılaştırmaların tutarlılığının olduğunu gösterir. 0,10' dan büyük çıkması durumunda karşılaştırmaların tutarsız olduğuna kanaat getirilir ve tutarsızlık gösteren yapılar tekrar incelenir.

Adım 5. Hiyerarşik yapının genel sonucunun elde edilmesi: Önceki dört aşama, hiyerarşik yapının tamamı için hesaplanır. Bu aşamada hiyerarşik yapıdaki n tane ölçütün her birinin meydana getirdiği mx1 boyutundaki üstünlük sütun vektörleri bir araya getirilerek mxn boyutundaki DW karar matrisi oluşturulur. Elde edilen matrisin ölçütler arası W üstünlük vektörü ile çarpımı sonucunda R sonuç vektörüne ulaşılır.

### 3.3 TOPSIS Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında ELECTRE metoduna bir alternatif olarak geliştirilmiştir. TOPSIS yöntemi, tüm alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklıklarından yola çıkılarak, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözümden en uzak olan alternatifin en iyi alternatif olarak seçilmesini sağlar (Hwang ve Yoon, 1981; Triantaphyllou, vd., 1998). TOPSIS yönteminde, her bir özellik artış ya da azalış yönünde bir faydalanma eğilimi gösterdiğinden pozitif ve negatif ideal çözümleri bulmak

kolaylaşmaktadır. Öklid mesafesi yaklaşımını kullanarak alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlıkları belirlenir ve bu yakınlıklara göre tercih sırası oluşturulur (Triantaphyllou vd., 1998). ÇKKV problemlerinin çözümünde genellikle 6 aşamada uygulanan TOPSIS yönteminin uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır (Hwang ve Yoon, 1981; Opricovic ve Tzeng, 2004);

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisinin satırlarında alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. Eşitlik 12'de verildiği üzere karar matrisi yapısal olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.

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

Adım 2. Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisinde her bir eleman  $a_{ij}$  ile gösterilir. Matris sütununda bulunan  $a_{ij}$ 'lerin kareleri toplamının karekökü alınır ve tüm  $a_{ij}$ 'ler elde edilen bu değere bölünerek Eşitlik 13'de normalize karar matrisinin elemanları ( $n_{ij}$ ) elde edilmiştir olur.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (i=1, \dots, m \text{ ve } j=1, \dots, n) \quad (13)$$

Normalize karar matrisi ( $N_{ij}$ ) Eşitlik 14 ile gösterilir:

$$N_{ij} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

### Adım 3. Ağırlıklı normalize karar matrisinin

**oluşturulması:** Normalize karar matrisinin her bir sütununda bulunan değerler ( $n_{ij}$ ), o sütunun ait olduğu kriter için belirlenen kriter ağırlığı ( $w_i$ ) ile çarpılması ile ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V) elde edilir. Burada,  $w_i$  değerler toplamının 1'e eşit olmasına dikkat edilmesi gerekir. Ağırlıklı normalize karar matrisi Eşitlik 15'de verilmiştir.

$$V = \begin{bmatrix} n_{11}w_1 & n_{12}w_2 & \dots & n_{1n}w_n \\ n_{21}w_1 & n_{22}w_2 & \dots & n_{2n}w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1}w_1 & n_{m2}w_2 & \dots & n_{mn}w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (15)$$

### Adım 4. Pozitif ideal (A<sup>+</sup>) ve negatif ideal çözüm (A<sup>-</sup>) değerlerinin belirlenmesi:

Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenirken, bir kriterde ait değer maksimum olması gerekiyorsa o kriterin bulunduğu sütundaki maksimum değer pozitif ideal çözüm değeri olarak belirlenir. Aynı sütundaki en küçük değer de negatif ideal çözüm değeridir. Öte yandan, amaca hizmet eden değer minimum olması gerekiyorsa, sütundaki en küçük değer pozitif ideal çözüm ve en büyük değer de negatif ideal çözüm değeridir. Eşitlik 16 ve Eşitlik 17'de verilmiştir. verilmiştir.

Pozitif ideal çözüm değerleri;

$$A^+ = \{ \max_{v_{ij}} \mid j=1, \dots, n; i=1, \dots, m \} = \{ v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+ \} \quad (16)$$

Negatif ideal çözüm değerleri;

$$A = \{ \min_{j=1, \dots, n} \{ v_{1j}, v_{2j}, \dots, v_{mj} \} \mid j=1, \dots, n; i=1, \dots, m \} = \{ v_1, v_2, \dots, v_n \} \quad (17)$$

**Adım 5. Ayırım ölçülerinin hesaplanması:** Pozitif ve negatif ideal noktalara uzaklığın hesaplanması amacıyla öklid uzaklık formülünden faydalanılır. Her bir alternatifin pozitif ideal çözümden uzaklığı ( $S_i^+$ ) Eşitlik 1.4 ve negatif ideal çözümden uzaklığı ( $S_i^-$ ) Eşitlik 18 ve Eşitlik 19 yardımıyla hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i=1, 2, \dots, m \quad (18)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1, 2, \dots, m \quad (19)$$

**Adım 6. İdeal çözüme göreceli yakınlığın hesaplanması:** Her bir alternatifin sıralanması amacıyla kullanılacak ideal çözüme göreceli yakınlık ( $C_i^+$ ) değerleri Eşitlik 20 ile hesaplanmaktadır.

$$C_i^+ = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-), \quad 1 \geq C_i^+ \geq 0 \quad (20)$$

İdeal çözüme yakınlık değeri ( $C_i^+$ ) 0 ile 1 arasında değer alırken, 1'e yakın olması ideal çözüme yakınlık seviyesini göstermektedir. Yakınlık değeri en yüksek olan alternatif en iyi alternatif olup alternatiflerin sıralanması amacıyla da bu değerler kullanılır. İşlem adımları verilen TOPSIS yöntemi geleneksel olarak anlaşılması ve uygulanması kolay, nitel ve nicel verilerin aynı anda değerlendirilmesine imkan sağlayan bir yöntemdir. ÇKKV problemlerinin çözümünde tek başına veya diğer yöntemlerle bütünleşik olarak kullanılmaktadır.

#### 4. Bulgular ve Tartışma

Plastik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın atık yönetiminde başarılı olması için öncelik vermesi gereken kriterler, yazındaki kaynaklardan belirlenmiş ve firmadaki 3 karar verici tarafından değerlendirilmiştir. Karar vericilerin kriterleri ikili olarak karşılaştırması istenilmiş olup bu karşılaştırma Saaty ölçeğine göre yapılmıştır. Verilen değerlerin geometrik ortalaması alınmış ve AHP yöntemiyle kriterlerin önem ağırlıklandırılması yapılmıştır. Uygulamanın ikinci kısmında ise, yazında atık yönetiminde kabul görmüş stratejiler aynı firma için TOPSIS yöntemi kullanılarak, sıralanmıştır.

##### 4.1 AHP Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

AHP yönteminin ilk aşamasında karar matrisi oluşturulmuş Tablo 5'de verilmiştir. İkinci adımda, normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuş, Tablo 6'da gösterilmiştir. Normalize edilmiş karar matrisinde yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılık oranını sağlaması gerekmektedir. Bu tutarlılık oranı (CR) ile gösterilip değeri 0,10'dan küçük olması gerekmektedir. Bulunan tutarlılık oranı Tablo 7'de 0.0657 olarak elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri tutarlıdır. Atık yönetiminde başarı kriterlerinin önem ağırlıkları Tablo 8'de verilmiştir. 0.245 önem ağırlığı ile, atık yönetiminde başarılı olmak için atık depolama alanlarının doğru seçimi en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır.

**Tablo 5.** Karar matrisi

Kriterler	Bilinç ve farkındalık oluşturma	Yasal düzenlemeler	Altyapı	Finansman ve destek	Ar-ge faaliyetleri	Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği
Bilinç ve farkındalık oluşturma	1.00	0.33	3.00	2.00	4.00	0.20	0.25	0.33	3.00
Yasal düzenlemeler	2.90	1.00	3.00	3.00	3.00	0.25	0.25	0.50	3.00
Altyapı	2.50	0.34	1.00	3.00	2.00	0.25	0.33	0.33	4.00
Finansman ve destek	0.63	0.30	0.33	1.00	0.50	0.33	0.33	0.33	0.33
Ar-ge faaliyetleri	0.25	0.33	0.50	2.00	1.00	0.25	0.33	0.33	3.00
Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	1.00	0.50	3.00	4.00
Atık depolama alanlarının doğru seçimi	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	1.00	4.00	4.00
Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	0.33	0.25	1.00	3.00
Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği	0.33	0.33	0.25	3.00	0.33	0.25	0.25	0.33	1.00

**Tablo 6.** Normalize karar matrisi

Kriterler	Bilinç ve farkındalık	Yasal düzenlemeler	Altyapı	Finansman ve destek	Ar-ge faaliyetleri	Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği
Bilinç ve farkındalık oluşturma	0.05	0.03	0.17	0.09	0.19	0.04	0.07	0.03	0.12
Yasal düzenlemeler	0.15	0.08	0.17	0.13	0.14	0.05	0.07	0.05	0.12
Altyapı	0.13	0.03	0.06	0.13	0.10	0.05	0.10	0.03	0.16
Finansman ve destek	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.07	0.10	0.03	0.01
Ar-ge faaliyetleri	0.01	0.03	0.03	0.09	0.05	0.05	0.10	0.03	0.12
Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	0.25	0.32	0.22	0.13	0.19	0.21	0.14	0.30	0.16
Atık depolama alanlarının doğru seçimi	0.20	0.32	0.17	0.13	0.14	0.41	0.29	0.39	0.16
Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	0.15	0.16	0.17	0.13	0.14	0.07	0.07	0.10	0.12
Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği	0.02	0.03	0.01	0.13	0.02	0.05	0.07	0.03	0.04

**Tablo 7.** AHP sonuç

nmax	10.9364
CI	0.1040
RI	1.5840
CR	0.0657

**Tablo 8.** Atık yönetiminde başarı kriterlerinin önem ağırlıkları

Kriterler	Önem Ağırlıkları
Bilinç ve farkındalık oluşturma	0.087
Yasal düzenlemeler	0.106
Altyapı	0.086
Finansman ve destek	0.039
Ar-ge faaliyetleri	0.056
Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	0.213
Atık depolama alanlarının doğru seçimi	0.245
Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	0.123
Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği	0.044

#### 4.2 TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

İlk adım, karar matrisinin oluşturulmasıdır. Stratejiler için karar matrisi Tablo 9'da verilmiştir. Alternatifler sıralanırken oluşturulan karar matrisi, normalize edilmektedir. Kriterlerin tamamı fayda kriteri olduğundan, alternatiflerin kriter değerleri buldukları sütundaki en yüksek kriter değerine bölünmektedir. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 10'da verilmiştir. Her bir kriter için belirlenen, sütunda yer alan maksimum ve minimum değerler alınmıştır. Ardından, her bir değer için, pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı bulma amacıyla, maksimum ve minimum değerle olan farkları alınmıştır. Oluşturulan yeni matristeki her satır için kareleri toplamı alınıp karekökü bulunmuştur. Ayırım ölçüleri ve ideal çözüme göreli yakınlık hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 11'de paylaşılmıştır. Metodun son adımı olarak, elde edilen strateji karşılıkları, pozitif ve negatif değer olarak toplanmıştır. Elde edilen sonuç, pozitif değerlerin bölümü olarak alınmıştır. Stratejilerin son değerleri içerisinden maksimum olan seçilerek, en uygun strateji seçimi tamamlanmıştır. Tablo 12 ve Tablo 13'de ise, sıralama sonuçlarına göre, 0.8862 geri dönüşüm stratejisi seçilir.

**Tablo 9.** Stratejiler için karar matrisi

Stratejiler	Bilinç ve farkındalık oluşturma	Yasal düzenlemeler	Altyapı	Finansman ve destek	Ar-ge faaliyetleri	Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği
Kaynakta azaltma stratejisi	4.93	6.32	4.12	4.58	4.16	5.65	5.52	4.22	2.29
Kaynakta önleme stratejisi	4.93	4.12	5.94	3.42	4.76	6.54	6.07	3.91	3.42
Yeniden kullanma stratejisi	5.94	4.38	5.65	3.56	3.63	5.65	6.65	4.22	4.31
Geri dönüşüm stratejisi	5.31	6.07	5.52	5.94	4.93	7.65	7.65	4.93	3.56
Enerji geri kazanımı stratejisi	4.93	3.91	5.65	3.00	4.38	4.93	5.59	5.24	4.00
Bertaraf stratejisi	5.19	4.93	4.00	3.42	2.62	6.00	6.32	3.68	2.29

**Tablo 10.** Normalize edilmiş karar matrisi

Stratejiler	Bilinç ve farkındalık oluşturma	Yasal düzenlemeler	Altyapı	Finansman ve destek	Ar-ge faaliyetleri	Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği
Kaynakta azaltma stratejisi	0.39	0.51	0.32	0.45	0.41	0.38	0.36	0.39	0.27
Kaynakta önleme stratejisi	0.39	0.33	0.47	0.34	0.47	0.44	0.39	0.36	0.41
Yeniden kullanma stratejisi	0.46	0.35	0.44	0.35	0.36	0.38	0.43	0.39	0.52
Geri dönüşüm stratejisi	0.42	0.49	0.43	0.59	0.48	0.51	0.49	0.46	0.43
Enerji geri kazanımı stratejisi	0.39	0.32	0.44	0.30	0.43	0.33	0.36	0.49	0.48
Bertaraf stratejisi	0.41	0.40	0.31	0.34	0.26	0.40	0.41	0.34	0.27

**Tablo 11.** Pozitif ideal (A + ) ve negatif ideal çözüm (A- ) değerleri

Stratejiler	Bilinç ve farkındalık oluşturma	Yasal düzenlemeler	Altyapı	Finansman ve destek	Ar-ge faaliyetleri	Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği
Kaynakta azaltma stratejisi	0.034	0.054	0.028	0.018	0.023	0.080	0.087	0.048	0.012
Kaynakta önleme stratejisi	0.034	0.036	0.040	0.013	0.026	0.093	0.096	0.045	0.018
Yeniden kullanma stratejisi	0.041	0.038	0.038	0.014	0.020	0.080	0.105	0.048	0.023
Geri dönüşüm stratejisi	0.036	0.052	0.037	0.023	0.027	0.109	0.121	0.056	0.019
Enerji geri kazanımı stratejisi	0.034	0.034	0.038	0.012	0.024	0.070	0.088	0.060	0.021
Bertaraf stratejisi	0.035	0.042	0.027	0.013	0.014	0.085	0.100	0.042	0.012
Weight	0.087	0.106	0.086	0.039	0.056	0.213	0.245	0.123	0.044
Max	0.041	0.054	0.040	0.023	0.027	0.109	0.121	0.060	0.023
Min	0.034	0.034	0.027	0.012	0.014	0.070	0.087	0.042	0.012

**Tablo 12.** Ayırım ölçülerinin hesaplanması

Stratejiler	Bilinç ve farkındalık oluşturma	Yasal düzenlemeler	Altyapı	Finansman ve destek	Ar-ge faaliyetleri	Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği	
Kaynakta azaltma stratejisi	-0.007	0.000	-0.012	-0.005	-0.004	-0.028	-0.034	-0.012	-0.011	0.049
Kaynakta önleme stratejisi	-0.007	-0.019	0.000	-0.010	-0.001	-0.016	-0.025	-0.015	-0.005	0.040
Yeniden kullanma stratejisi	0.000	-0.017	-0.002	-0.009	-0.007	-0.028	-0.016	-0.012	0.000	0.040
Geri dönüşüm stratejisi	-0.004	-0.002	-0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.004	-0.004	0.008
Enerji geri kazanımı stratejisi	-0.007	-0.021	-0.002	-0.011	-0.003	-0.039	-0.033	0.000	-0.002	0.056
Bertaraf stratejisi	-0.005	-0.012	-0.013	-0.010	-0.013	-0.023	-0.021	-0.018	-0.011	0.045
Kaynakta azaltma stratejisi	0.000	0.021	0.001	0.006	0.008	0.010	0.000	0.006	0.000	0.026
Kaynakta önleme stratejisi	0.000	0.002	0.013	0.002	0.012	0.023	0.009	0.003	0.006	0.031
Yeniden kullanma stratejisi	0.007	0.004	0.011	0.002	0.006	0.010	0.018	0.006	0.011	0.028
Geri	0.003	0.019	0.010	0.011	0.013	0.039	0.034	0.014	0.007	0.060



dönüşüm stratejisi										
Enerji geri kazanımı stratejisi	0.000	0.000	0.011	0.000	0.010	0.000	0.001	0.018	0.009	0.025
Bertaraf stratejisi	0.002	0.009	0.000	0.002	0.000	0.015	0.013	0.000	0.000	0.022

**Tablo 13.** Değerlendirme puanları ve sıralama

Stratejiler:	Puan	Sıralama
Kaynakta azaltma stratejisi	0.345	4
Kaynakta önleme stratejisi	0.434	2
Yeniden kullanma stratejisi	0.413	3
Geri dönüşüm stratejisi	0.886	1
Enerji geri kazanımı stratejisi	0.306	6
Bertaraf stratejisi	0.326	5

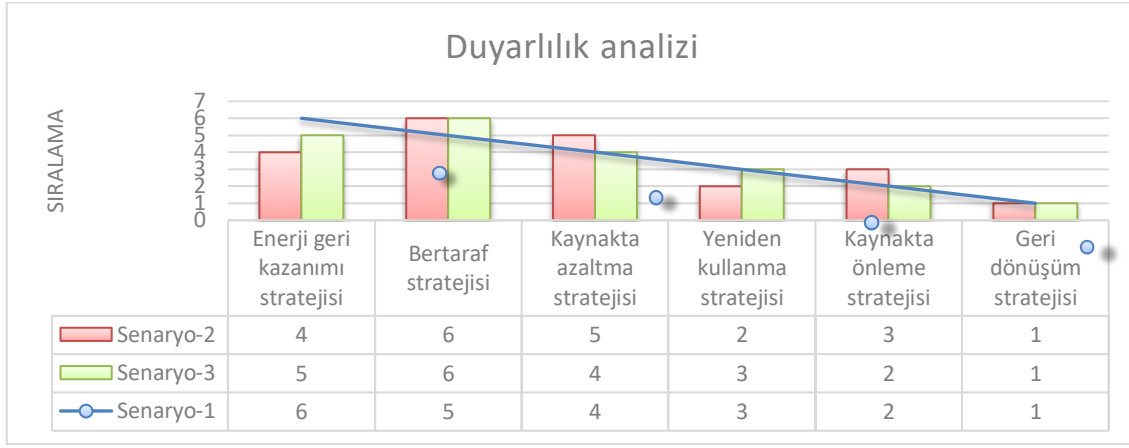
#### 4.3 Duyarlılık Analizi

Çalışmada kullanılan kriterlerin ağırlık değerlerinin değişmesi sonucu strateji alternatiflerinin sıralamasında meydana gelebilecek değişimi incelemek için duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu amaçla, üç farklı senaryo doğrultusunda karşılaştırma yapılmıştır. Mevcut durum ile iki farklı senaryoya ait değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları Tablo 14'de gösterilmektedir. Bu tabloda, AHP yöntemiyle hesaplanmış mevcut kriter ağırlıklarının yanı sıra bütün kriterlerin eşit ağırlıkta değerlendirmeye dahil edildiği ve en

düşük ağırlığa sahip kriterler, en yüksek ağırlığa sahip kriterin önem ağırlık değerlerinin yer değiştirilerek değerlendirmeye dahil edildiği senaryo bulunmaktadır. Senaryolara göre TOPSIS yöntemi ile yapılan değerlendirme sonucunda alternatiflerin sıralamasındaki meydana gelen değişim ise Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekil 1'deki TOPSIS yöntemi için yapılan duyarlılık analizi incelendiğinde; senaryoların hepsinde en önemli stratejinin geri dönüşüm olduğu diğer sıralamalar arasında ufak farklar olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 14.** Duyarlılık analizi için kriter ağırlıkları

	Bilinç ve farkındalık oluşturma	Yasal düzenlemeler	Altyapı	Finansman ve destek	Ar-ge faaliyetleri	Atıkların cinsine göre doğru ayrıştırılması	Atık depolama alanlarının doğru seçimi	Geri dönüşüm faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların doğru seçilmesi	Süreçte aktif rol oynayan personellerin işe olan uygunluğu ve verimliliği
Senaryo-1 Mevcut durum	0.087	0.106	0.086	0.039	0.056	0.213	0.245	0.123	0.044
Senaryo-2 Eşit önem ağırlık	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
Senaryo-3 Kriter Ağırlık yer değişim	0.245	0.106	0.086	0.039	0.056	0.213	0.087	0.123	0.044



Şekil 1. TOPSIS yöntemi için duyarlılık analizi sonuçları

## 5. Sonuç

Gün geçtikçe artan nüfus ve beraberinde getirdiği endüstri gelişmeleri, tüketimi arttırmıştır. Artan tüketimin doğurduğu sonuç, daha fazla atık üretimi olmuştur. Artan atıkların yönetimi tüm Dünya’da insan ve çevre sağlığı için ele alınan konulardan biri olmuştur. Bu konudaki çalışmalar, geri dönüşümün ve atıkların azaltılması faaliyetlerini gündeme getirmiştir. Tüketim sonucu artan plastik kullanımı ve bu kullanımın ortaya çıkardığı plastik atıklar çalışmaya konu edinilmiştir.

Yazın araştırması sonucu belirlenen başarı kriterleri ve stratejiler, karar vericilerin değerlendirmesine sunulmuştur. Değerlendirmede, ÇKKV tekniklerinden, AHP ve TOPSIS tercih edilmiştir. İlk aşamada atık yönetiminde etkili başarı kriterlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır. İkinci aşamada ise, stratejilerinin değerlendirmesi için TOPSIS yönteminden faydalanılmıştır. Hesaplamalar sonucu, atık yönetiminde başarılı olmak için atık depolama alanlarının doğru seçimi en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır. Atıkların depolandığı yerin doğru seçilmesi ve düzenli depolamaya uygun olması çok önemlidir. Çevrenin sürdürülebilir bir şekilde korunabilmesi için, atıklar özelliklerine göre uygun olarak hazırlanmış ortamlarda ayrıştırılmalıdır. En önemli strateji ise, geri dönüşüm olarak ortaya çıkmıştır. Bu strateji ile de, atık haline gelen ürünlerin çeşitli ürün, malzeme veya maddelere dönüştürülürken kaynağında ayrıştırılarak, işleme tabi tutulduktan sonra tekrar hammadde olarak kazanılmasının hem ekonomik hem çevresel önemi de bir kez daha göstermiştir.

Bu bağlamda, çalışma bulgularına göre, atık yönetiminde başarı sağlanması için, atığın doğru alanlarda ayrıştırılıp, işlemden geçip tekrar kullanıma uygun hale getirilmesi ve doğru depolama alanlarında saklanması tavsiye edilmektedir. Bu faaliyetin, doğa kirliliğinin önüne geçeceği, enerji ve hammadde tasarrufu sağlanması beklenmektedir. Bir diğer avantajı, atıkların tekrar geri kazanımı ile atık depolama ve yakma tesislerinin kullanım oranında düşüş konusunda, pozitif yönlü bir etkiye sahip olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, verimlilik açısından üçüncü sırada bulunan plastik atık geri dönüşümü, 2018 yılında Avrupa Komisyonu’nun “2030’a kadar Avrupa pazarındaki tüm plastik ambalajların geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir hale getirmek amacıyla plastik malzemeleri öncelikli alan olarak belirleme” kararı ile daha da önemli olduğu söylenebilir. Yöneticileri de yakından ilgilendiren diğer bir öneri ise; çevreye ve insana saygılı, kaynakların etkin kullanıldığı ve geri dönüşümün ekonominin vazgeçilmez parçalarından biri haline geldiği üretim ve tüketim kültürünün, organizasyonel yapı içinde oluşumunu sağlamak, bu alanda çeşitli eğitimler düzenlemek

belirtilebilir.

Gelecek çalışmalar için öneri ise, çalışma, tek bir işletme ile işbirliği ile yapılmış olup, çalışmanın kapsamının büyümesi ve kıyaslanabilir daha çok veriye ve fikre erişebilmek için, birden çok işletmeyle işbirliği halinde yürütülebilir. Atıkların direkt doğaya salınması ve yanlış depolama gibi atık yönetimi uygulamalarının önüne geçilerek, ülkelere finansal ve teknik destek sağlanabilir. Yasalar ve küresel anlaşmalar kapsamında, eylem planları hazırlanabilir. Özellikle de, atık yönetimi, geri dönüşüm, plastik üretimi alanında değerlendirilebilecek tüm kriterlerin, ve stratejilerin işletmelerde uygulanabilirliğini sağlamak için belirli aralıklarla denetlenmesi ve takibi gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Alakaş, H. M., Kızıldaş, Ş. Eren, T. & Özcan, E. (2018). Sıfır Atık Projesi Kapsamında Atıkların Toplanması: Kırıkkale İlinde Homojen Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3 (3), 190-196.
- Bilen, U. (2019). Plastik poşet zararlarını önleme ve tüketici bilinci oluşturma üzerine bir çalışma. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(1), 65-69.
- Bilgili, M. Y. (2020). Katı atık yönetiminde kullanılan bazı kavramlar ve açıklamaları. *Avrasya Terim Dergisi*, 8 (2), 88-97.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2014. Düzenli Depolama Tesisleri Saha Yönetimi Ve İşletme Kılavuzu. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/edit\\_ordsosya/Duzenli\\_Depolama\\_Tesis\\_Saha\\_Yon\\_ve\\_is\\_letme\\_kilavuzu.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/edit_ordsosya/Duzenli_Depolama_Tesis_Saha_Yon_ve_is_letme_kilavuzu.pdf) (Ziyaret Tarihi: 01/08/2022).
- Çevik Aka, D. (2021). Endüstriyel atık geri dönüşümünde etkili olan karar kriterlerinin bwm ile değerlendirilmesi: plastik, cam ve çelik endüstrisinde uygulama. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31), 390-398.
- Demirarslan, K. O., Başak, S. (2018). Doğu Karadeniz bölgesi illeri katı atık yönetimi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(3), 117-132.
- Deste, M. , Binbaşoğlu, H., Türk, M. (2018). konaklama işletmelerinde atık yönetimi ve geri dönüşüm: İnönü üniversitesi Kale Göl otel örneği . *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2) , 225-234.

- Gül, M., Yaman, K. (2021). Türkiye’de atık yönetimi ve sıfır atık projesinin değerlendirilmesi: Ankara örneği . *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35 (4), 1267-1296.
- Güllü, G. (2022). Kentsel Dönüşümde Sıfır Atık Yönetimi . *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 4 (2) , 112-120 .
- Gündüzalp, A. A. & Güven, S. (2016), ‘‘Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği’’ , Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi, ISSN, 1304-2823, 2-15.
- Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *In Multiple Attribute Decision Making*, 58-191. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jibril, J. D., Sipan, İ., Sapri, M., Shika, S. A., Isa, M. and Abdullah, S., 2012. 3R’s critical success factor in solid waste management system for higher educational institutions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65: 626 – 631.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- Öncel, S. , Bektaş, N. , Bayar, S. , , Çalışkan, Y. & Engin, G. (2017). Plastik Ürün Üretiminde Tehlikeli Atıkların Azaltılması için Mevcut En İyi Teknikler . *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 17 (3) , 974-979.
- Ömürbek, V, Erk, Ç, Herek, S. (2019). Üniversitelerde Atık Yönetimi Uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 124-161.
- Rensburg, M.L., Nkomo, S.L. & Timothy Dube. (2020). The ‘plastic waste era’; social perceptions towards single-use plastic consumption and impacts on the marine environment in Durban, South Africa, *Applied Geography*, 114, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102132>
- Sayın, A. A., Yerli, A. (2020). Eysel atıklarda geri dönüşüm farkındalığı ve ekonomiye katkısının incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16 (29), 1849-1874.
- Saaty, T.L., (2008), Decision making with the analytic hierarchy process, *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of Operational Research*, 48(1), 9-26.
- Shekdar, A. V. (2009). Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. *Waste Management*, 29, 1438-1448.
- Solak, S., Pekkucuksen, S. (2018). Türkiye’de kentsel katı atık yönetimi: karşılaştırmalı bir analiz. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Karaman, 654-683.
- Tezel, Ö., Yıldız, E. (2020). Sürdürülebilir Atık Yönetimi Uygulamalarında Dünya Ve Türkiye Karşılaştırması: *Edikab Örneği*. *Social Sciences Research Journal*, 9 (2), 35-48.
- Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. N., & Ray, T. (1998). Multi-criteria decision making: an operations research approach. *Encyclopedia of Electrical And Electronics Engineering*, 15, 175-186.
- Troschinetz, A.M. & Mihelcic, J.R. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries, *Waste Management*. 29(2). 915-923. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.016>.
- Tufaner, F. (2019). Geri dönüşebilir atıkların toplanması konusunda yapılan bilgilendirme çalışmalarının toplama verimine katkısının araştırılması. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 4(1), 33-40.
- Uzunoğlu, H., (2014). Çevremizi Kirleten Atıklar ve Atık Yönetiminin Önemi, *Ar&Ge Bülten*, 25-31.
- Wang, Q., Li, J., Yan, H., Zhu, S. X. (2016). Optimal remanufacturing strategies in name-your-own-price auctions with limited capacity. *Int. J. Production Economics*, 181, 113–129.