

Araştırma Makalesi

Türkiye’de Atık Yönetimi: İllerin Performanslarının MAIRCA Yöntemi ile Değerlendirilmesi¹

Waste Management in Turkey: Evaluation of The Performances of Provinces by MAIRCA Method

Nazlı SEYHAN

Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

nazliarik@gumushane.edu.tr

<https://orcid.org/000-0003-0759-9119>

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
21.02.2023	10.09.2023

Öz

Nüfus artışı, sanayileşme ve insanların tüketim alışkanlıklarındaki değişim, kaynaklarda kıtlığa sebep olmakla beraber, tüketim sonucunda meydana gelen atıklar da çevrenin daha çok kirlenmesine sebep olmaktadır. Atıklardaki artışın çevreyi tehdit edici boyutlara ulaşması, yalnızca o bölgede yaşayan insanları değil aynı zamanda meydana gelen iklim krizlerinden de görüldüğü üzere herkes için ciddi bir sorun haline gelmiştir. Bu sorun atığın “nasıl bertaraf edileceği” ve “geri dönüşümünün nasıl sağlanabileceği” sorularını da beraberinde getirmiştir. Ulusal ve uluslararası mecralarda konunun ciddiyetle ele alınması ülkeleri ve yerelde bölgeleri atık yönetiminde politikalar geliştirerek ve düzenlemeler yapmasına neden olmuştur.

Atıklardan sorumlu olan yerel yönetimlerin, atıkların toplanmasından, bertaraf edilmesi ve geri dönüşüm süreçlerine kadar tüm süreci iyi bir şekilde yönetmesi mikro ölçekte atık yönetimi performansına yansıtacaktır. Bununla birlikte, bu performansların makro ölçekte ülke performansına yansımaları mevcut durumu daha da önemli kılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’deki 81 il için atık yönetimi performansları, MAIRCA yöntemiyle değerlendirilmiştir. Kişi başı GSYİH, belediye toplam atık oranı, geri dönüştürülen atık miktarı, bertaraf edilen atık miktarı gibi atık yönetiminde önemli göstergelerden olan değişkenler çalışma kapsamında ele alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular ışığında illerin atık yönetimi performans değerleri belirlenmiş ve bu değerlere göre illerin performans sıralamaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık Yönetimi, Çevre Yönetimi, MAIRCA Metodu, Entropi Metodu, Çok Kriterli Karar Verme.

Abstract

Along with population growth and industrialization, the change in people's consumption habits causes scarcity in resources, and the wastes that occur as a result of consumption also cause more pollution of the environment. The increase in wastes that threatens the environment has become a serious problem not only for the people living in that region, but also for everyone, as can be seen from the climate crises that have occurred. This problem brought along the questions of “how to dispose of” and “how to recycle” waste. With the serious handling of the issue in national and international media, their countries and regions have led to policies and regulations in the field of waste management.

The good management of the entire process from waste collection to disposal and recycling processes by local governments responsible for waste will be reflected in the micro-scale waste management performance. However,

¹ Bu çalışma, yazar tarafından “14th SCF International Conference” da sunulan özet bildiriden türetilmiştir.

Önerilen Atıf /Suggested Citation

Seyhan, N., 2023, Türkiye’de Atık Yönetimi: İllerin Performanslarının MAIRCA Yöntemi ile Değerlendirilmesi, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(3), 2670-2685.

this situation makes the current situation even more important as it will be reflected in the country's performance on a macro scale. In this research, the waste management performances of 81 provinces in Turkey were examined with the MAIRCA method, which is one of the new multi-criteria decision making (MCDM) methods. Variables that are important indicators in waste management such as GDP per capita, municipal total waste rate, amount of recycled waste, amount of waste disposed are discussed in the study. In the light of the findings obtained as a result of the study, the waste management performance values of the provinces were determined and the performance rankings of the provinces were made according to these values.

Keywords: Waste Management, Environmental management, MAIRCA Method, Entropi Method, Multi-Criteria Decision Making.

JEL Classification: Q53, Q56, C19, C44.

.GİRİŞ

Çevre sorunlarındaki artışın küresel bir sorun haline gelmesiyle bazı ülke ve toplumlar bu sorunlara odaklanarak çözüm arayışına yönelmişlerdir. Kaynakların aşırı kullanımı ve tükenmesi, ekonomik gelişme ile çevre arasındaki dengenin sağlanmasında kaynakların ihtiyatlı kullanılması ve geri kazanımının gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu durum atıkların değerlendirilmesinde sistematik bir yaklaşımın olması gerektiğini göstermiş ve atık yönetimi kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu sorumluluğun atıkların toplanması, uzaklaştırılması ve bertaraf edilmesine kadar yerel yönetimlerin alanında olsa da toplumların gelişmişlik düzeylerine, siyasal ve toplumsal yapılarına göre farklılık göstermektedir.

Sürdürülebilir kalkınma için sistematik ve iyi bir çevre yönetiminin olması önemlidir. İyi bir çevre ve atık yönetimi için ise çeşitli önlemler ve kararlarla atıkların kendi içerisinde dönüşüm kazanarak olabilecek çevre tahribatının önüne geçilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu yönetim sürecinde çeşitli stratejik konuların tanımlanarak gündeme alınması gerekmektedir. Organizasyonun yönetim süreci yani görevler, değerler, hizmet düzeyi, maliyetler ve şehir yapısı gibi konular bu sistemin gelişmesi için ilgilenilmesi gereken bazı hususlardandır. Yerel yönetimlerin bu konuya önem vererek gerekli planlamaları yapması, etkin bir hizmet sunumuyla hem vatandaşların tatminini sağlamada hem de kendi üzerlerine düşen görev ve sorumluklarını yerine getirmelerine yardımcı olacaktır (Solak ve Pekkuçukşen, 2018, s.654).

Kentsel nüfustaki artış ve tüketimdeki değişimle bu bölgelerde ortaya çıkan atık miktarının artması yerel düzeyde de atık yönetiminin önemini artmıştır. Kentlerin büyümesiyle birlikte kurulacak atık depolama alanlarının merkezlerden uzakta yer alması, trafik yoğunluğunun artması, geri kazanılabilir atıkların ayrıştırılmaması vb. sebeplerle atık yönetimi maliyetleri gün geçtikçe artmaktadır. Endüstriyel ve ticari faaliyetlerin sürekli artışı, üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda oluşan atıklar çevreye olan baskıyı artırmaktadır. Bu baskıların azalması ve atıkların sorun olmaktan çıkarılıp, aksine ekonomik kaynak haline dönüştürülmesi için atık yönetimi ilkelerinden yararlanılması, etkin ve uygulanabilir politika ve yasalar ile bir an evvel hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Avrupa Birliği'nde atık yönetimi stratejisi temelinde atık yönetimi hiyerarşisindeki ilkeler, sağlıklı ve etkin bir atık yönetimi sistemi temel politikalarından oluşmaktadır. Bu ilkelerde, atıkların oluşmadan önce kaynağında azaltılması veya önlenmesinin, önlenemeyen atıkların ise olabildiğince tekrar kullanımı için geri dönüşümünün, kompostlaştırılmasının ve enerjiye dönüşümünün sağlanması gibi çözüm yöntemleriyle geri kazanılmasına; geri kazanımı mümkün olmayan atıkların da güvenli bir şekilde depolanmasının sağlanması hedeflenmiştir. Bununla birlikte atık yönetiminin temel ilkelerinden birisi olan "kirleten öder" prensibi de, atık bertarafında olası tüm maliyetlerin üreticilerin yüklenmesini ifade etmektedir (Köse, Ayaz ve Köroğlu, 2007, s.21).

Dünyada özellikle bazı toplulukların (Avrupa Birliği, Birleşmiş Milletler) atık yönetimi için aldığı kararlara ve uygulamalara bakıldığında ülkelerin ve şehirlerin atık yönetiminde gösterdikleri performanslar önem arz etmektedir. Şehirlerde yerel yönetimlerin sorumluluğunda olan bu hizmetlerin Türkiye'deki durumu, konuyla ilgili belediyelerin faaliyetleri ve mevcut durumu, sorunları, bu sorunlara getirilebilecek çözümlerin tartışılması özel olarak ele alınması gereken önemli konulardandır. Bu hususta belediyelerin mevcut durumun ve eksik yönlerinin tespiti ilk yapılması gereken şeylerdendir. Atık yönetimi her ne kadar yerel yönetimlerin çalışma alanında yer alsada illerin gösterdikleri performanslar makro açıdan düşünüldüğünde ülke performanslarına yansımaktadır. Bu sebeple il performanslarının değerlendirilmesi performansı düşük olan illerin konuya daha çok eğilerek gerekli

hassasiyeti göstermelerinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca literatür incelemesinde, Türkiye için il atık yönetimi performanslarını değerlendiren çalışmalara rastlanmamıştır. Literatüre bu yönden katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’deki illerin atık yönetiminde mevcut durumlarını tespit edebilmek için atık yönetiminde önemli görülen bazı göstergelerle performans değerlendirmesi yapmaktır. Türkiye’nin 81 ili ve 2020 yılı için 7 değişken çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Çalışmada, öncelikle Entropi yöntemiyle kriter ağırlıklandırma işlemi yapılmış sonrasında bu ağırlık değerleri kullanılarak yeni çok kriterli karar verme metotlarından olan MAIRCA yöntemiyle illerin atık yönetimi performansları değerlendirilmiştir.

Çalışmanın kavramsal çerçeve ve literatür bölümünde, atık yönetimi kavramına Türkiye’de alınan kararlar ve mevcut durumdan da bahsedilerek detaylı bir şekilde değinilmiş, geniş kapsamlı irdelenen literatür araştırması sonucu atık ve çevre yönetimi için önemli görülen çalışmalara yer verilmiştir. Akabinde, çalışmada kullanılan Entropi ve MAIRCA yöntemlerine değinilmiştir. Veri seti ve bulgular kısmında, çalışmada kullanılan veri seti ve uygulama bulguları yer almaktadır. Çalışmanın sonuç kısmında ise Türkiye’deki illerin atık yönetiminde mevcut durumlarına değinilerek hangi illerin diğerlerine göre daha iyi performans gösterdikleri ve hangi illerin hangi yönleriyle diğerlerine göre daha eksik kaldığı belirtilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR

Atık yönetimiyle yakından ilişkili olan sürdürülebilirlik kavramı, dünya ülkelerinin ekonomik sistemlerinde var olan doğal kaynaklardaki azalma veya bu kaynakların tükenmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu kavram, Birleşmiş Milletler aracılığıyla oluşturulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 1987’de hazırlanan “Ortak Geleceğimiz” raporunda gündeme getirilerek, doğal kaynak tüketiminin azaltılması ve oluşan atıkların dönüştürülmesine yönelik çalışmalara ve yasal düzenlemelere başlanmıştır (Çamur ve Vaizoglu, 2007, s.299).

“Atık yönetimi; atıkların çevre ve insan sağlığına zararlı etkisini önlemek amacıyla çeşitli metotların belirli hedefler doğrultusunda kontrollü olarak gerçekleştirilmesi” şeklinde ifade edilebilir. Çevre ve insan sağlığının korunması amacıyla, atık oluşumundan bertarafına kadar süreç yönetiminin sistemli olarak ele alınması gerektiği görülmektedir. Dünyada, atık yönetiminin daha etkin bir şekilde yürütülebilmesi için bazı kural ve yönetmelikler belirlenmiştir. Örneğin Avrupa Birliği, Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/EC) ile doğal kaynakların kullanımının azaltılması için ilk olarak atık oluşumunun azaltılması hedeflenmiş, bununla birlikte atıkların yeniden kullanımının ve geri kazanımının sağlanması ilkeleriyle atık yönetiminde belirli bir döngünün oluşturulmasını sağlamıştır. Elbette ki bu süreçte en önemli ilk adımı atığın baştan oluşmasını engellemek, son adımı ise var olan atığın uygun bir şekilde bertaraf edilmesini sağlamaktır (Buzkan ve Erman, 2020, s.82).

Türkiye’de çevreyle ilgili ilk yapılanma 20.yy’ın son çeyreğinde Çevre Sorunları Daimi Danışmanlık Kurulu’nun kurulmasıyla olmuş ve çevre ile alakalı ilk hukuksal düzenleme ise 1982 Anayasası’nda ele alınmıştır. Anayasamızın 56 Maddesine göre, “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir.” ve “Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir” şeklinde ele alınmıştır. Atık kontrolünün sağlanması amacıyla, ilk yasal düzenlemelerden olan 1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu kabul edilmiş, ayrıca 1991 yılında kurulan Çevre Bakanlığı’yla başlıca görev ve sorumluluklar tanımlanmıştır (Kalyoncu, 2005, s. 21-24).

2008 Avrupa Birliği sayılı Atık Çerçeve Direktifi’yle uyumlu olarak hazırlanan 2015 Atık Yönetimi Yönetmeliği’nde, doğal kaynak kullanımı, atık yönetimi hedefleri ve atık sınıflandırılması yapılmıştır. Atık yönetimi, atık oluşumunu minimize etmenin yanında geri dönüşümün sağlanması ve uygun şekilde bertaraf edilmesini içermektedir (2015 Atık Yönetimi Yönetmeliği).

2014-2018 yıllarını kapsayan Onuncu Kalkınma Planı’nda, çevreyle ilgili temel amaç, “ekonomik ve sosyal gelişmeye paralel olarak halkın çevre duyarlılığının ve bilincinin arttırılması, faydalanılan ve gelecek nesillere bırakılacak doğal kaynakların korunması” olarak belirtilmiştir. Bununla birlikte farklı yatırım sektörlerinde çevreye dost yaklaşımlar benimsenerek yeşil büyümeyi sağlamak hedeflenmiştir (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 137-138). Çevre ve Orman Bakanlığı’nın Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü’ne göre atık yönetiminin sağlanması amacıyla çeşitli şube müdürlüklerinin oluşturulmasıyla

atıklara ve atık yönetimi sürecine daha ciddi yaklaşımlarda bulunulmuştur. 2011 itibariyle Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na dönüştürülerek faaliyetlerini sürdürmeye başlamış ve var olan şube müdürlükleri artırılarak katı atıklarda daha spesifik kategoriye ayrılmıştır (Şengün, 2015, s.115).

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında atıkların kontrol altına alınmasının yanında sonraki kuşaklara daha yaşanabilir bir çevrenin bırakılması amacı çerçevesinde 2017 yılında sıfır atık proje uygulaması başlatılmıştır. Sıfır atık, “gereksiz kullanımın önüne geçilmesini ve kaynakların verimli tüketilmesini, atık üretiminin tamamen önüne geçilmesini ya da minimize edilmesini, atığın meydana geldiği durumlarda da kaynağında ayrıştırarak toplanıp geri kazanılmasının sağlanmasını ön gören atık yönetimi politikası” olarak ifade edilmiştir (Sıfır Atık El Kitabı, 2017).

Sıfır atık yönetimi, döngüsel ekonomi içerisinde yer alan ve bu konseptle uyum/geçiş süreçlerinde benimsenmesi gereken önemli bir konudur. Sıfır atık yönetim sistemi Sıfır Atık Yönetmeliği'nde “Atık oluşumunun önlenmesinden başlayarak, atıkların azaltılması, kaynağında ayrı biriktirilmesi, geçici depolanması, ayrı toplanması, taşınması ve işlenmesi süreçlerinin hepsini içine alan, fayda ve maliyet unsurları göz önünde bulundurularak oluşturulan yönetim sistemi” şeklinde ifade edilmiştir (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019).

Tablo 1. Türkiye'nin Bertaraf/geri kazanım yöntemleri ve belediye atık miktarı, 2018-2020

Bertaraf ve geri kazanım yöntemi	2018		2020	
	Miktar	%	Miktar	%
Toplanan belediye atık miktarı	32 209	100.0	32 324	100.0
Belediye çöplüğüne gönderilen	6 521	20.2	5 493	16.99
Düzenli depolama tesisine gönderilen	21 644	67.2	22 444	69.43
Açıkta yakılan	6	0.019	19	0.06
Dereye ve göle dökülen	0.5	0.002	0.5	0.002
Gömülen	2	0.006	7	0.02
Diğer bertaraf yöntemleri	65	0.20	98	0.30
Kompost tesisine gönderilen	123	0.38	117	0.36
Diğer geri kazanım tesislerine gönderilen	3 848	11.9	4 146	12.83

Kaynak: TUIK

Tablo 1’de yer alan verilere bakıldığında, Türkiye’de toplanan belediye atık miktarlarının çoğunluğunun düzenli depolama tesislerine gönderildiği (67.2 ve 69.43) ve buna rağmen toplanan atık miktarının çok az bir kısmının geri kazanım tesislerine gönderildiği (11.9 ve 12.83) görülmektedir. Bu durum, atık yönetiminde performansın artırılması için ülkemizdeki geri kazanım tesislerinin artırılmasına ve atık yönetimi politikalarında geri kazanım projelerine öncelik verilmesi gerektiğinin bir göstergesidir.

Literatür incelendiğinde, genel olarak atık yönetimi, atık geri dönüşümü, çevre yönetimi gibi konularda birçok çalışma yapılmıştır.

Troschinetz ve Mihelcic (2009) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’nin de içinde bulunduğu 23 gelişmekte olan ülke için evsel katı atık üretimi ve atık geri dönüşüm oranları kullanılarak yapılan çalışmada, ortalama evsel katı atık üretiminin 0,77 kg/kişi/gün ve geri dönüşüm oranlarının %5-40 arasında olduğu belirlenmiştir. Tadasse (2009) çalışmasında, Etyopya/Mekelle şehrinde geri dönüşüm oranları ile çöp konteynerlerinin uzakta olması, aile birey sayısı ve atık tutumunun pozitif ilişkili olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Lee ve Paik (2011) Kore’de evsel geri dönüşüm, atık yönetimi davranışları ve bu davranışlara etki eden faktörleri ele alarak yaptıkları araştırmada, çevre tutumlarının çeşitli demografik değişkenler ile ilişkisi olduğunu; geri dönüşüm ve atık yönetimi davranışlarının bu durumdan ciddi boyutta etkilendiğini belirtmişlerdir. Desa vd. (2012) Malezya’da üniversite öğrencilerine yaptıkları araştırmada, öğrencilerin %60’ının katı atık yönetimi programına pozitif

tutumunun olduğunu gözlemlemiştir. Ghiani vd. (2014), katı atık yönetiminde farklı durumlar için yöneylem araştırması literatürünü inceleyerek, geniş bir literatür taramasıyla çeşitli problemler arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Whitmarsh vd. (2018) İngiltere’de üniversitelerde çalışan işçilere yaptıkları bir araştırmada evsel geri dönüşüm atık oranının (%67), işyerlerine (%39) ve tatil beldelerine (%38) kıyasla daha yüksek olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Rensburg vd. (2020) Güney Afrika’daki Durban şehrinde tek kullanımlık plastik ürünler için yaptıkları çalışmada, Durban’a giden bireylerin genellikle tek kullanımlık plastik ürün kullanımına yönelik negatif düşünceye sahip olduklarını, bu ürünlerin çevredeki etkileri hususunda yüksek ölçüde bilince sahip oldukları bulgusuna ulaşmışlardır.

Türkiye’de atık yönetimi çalışmaları;

Metin vd. (2003), belediyelere yapılan bir anket ile geri dönüştürülebilir atık çeşitleri ve miktarlarının mevsimler ile ilişkisini ele almış, farklı çeşitlerde toplanan ürünlerin maliyet ve getirileri için aylık tahminler yapmışlardır.

Akdoğan ve Güleç (2005), Türkiye’de il merkez belediyelerinin katı atık yönetimi çalışmalarını ele alarak belediyeler için yaşanan en önemli çevre sorununun, katı atıklardan kaynaklandığı bulgusuna ulaşmışlardır. Belediyelerin temizlik işleri birimlerinin sunduğu katı atık hizmetlerinin, kaynak yetersizliğinden dolayı etkin bir şekilde yapılamadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, entegre katı atık tesis projelerinin hazırlanmakta olduğu ve bu projeler için finansmanda uluslararası kredilerin kullanıldığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda, katı atık yönetiminin öneminin o yıllarda tam olarak anlaşılamadığı ve konuyla ilgili çalışmaların da başlangıç aşamasında olduğu belirtilmiştir.

Gündüzalp ve Güven (2016) çalışmasında, atık çeşitleri, atık yönetimi ve geri dönüşüm konularına değinerek Çankaya Belediyesi geri dönüşüm projeleri üzerinde durmuşlardır. Geri dönüşümde Dünya ve Türkiye örnekleriyle tüketicilerin satın alma süreçlerinde çevresel hareketlerin rolünü ele almışlardır.

Bay (2018) çalışmasında, firmalar bağlamında atıkların hammadde olarak tekrar kullanılmasını ve enerji kaynağı olarak kullanılan bazı atık yönetimi politikalarını ele almışlardır.

Şiriner (2019) çalışmasında, Türkiye’deki belediyelerde atık hizmetlerinin durumunu incelemiş ve atık yönetimi ekonomisini dikkate alarak belediyelerin, atık yönetimi hizmetinde kullandıkları ve geliştirdikleri faaliyetlerini değerlendirmiştir.

Buzkan ve Erman (2020), son zamanlarda yapılaşma faaliyetlerinin hızla artması sonucunda meydana gelen yapısal atık sorununa değinmiş, Türkiye’deki durumu mevzuat bakımından ele almışlardır. AB ve diğer gelişmiş ülkelerle Türkiye’de mevzuat incelenmiş ve uygulamadaki ihtiyaçlar belirtilmiştir.

Literatür incelendiğinde atık yönetimi ile ilgili çalışmalarda ÇKKV metotlarını kullanan birçok çalışmaya rastlanmıştır.

Tseng (2009), hükümet yetkililerinin Metro Manila’daki belediye katı atık yönetimiyle ilgili etkili bir çözüm için uzman gruba danışarak uygun bir yönetim sistemini ele almıştır. Bütünleşik ANP ve DEMATEL yöntemi ile bir çözüm uygulamış ve işletmelerle ortak girişime ya da yap-işlet-devret projelerine girmek yerine, her ilin kendi tipinde bir ısıtma işlem teknolojisine ve depolama öncesi kaynak geri kazanım tesisine sahip olmasının en iyi çözüm olduğunu belirtmiştir.

Banar vd. (2010), ambalaj atığı yönetim sistemlerinde ekonomik, sosyal, kültürel ve teknik faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtilerek, Eskişehir’de evsel katı atıkların bileşimine ilişkin karar vericilere 5 geri dönüşüm senaryosu hazırlamıştır. Çalışma sonucunda, göre analitik ağ süreci (ANP) ve ELECTRE III teknikleriyle senaryoların fayda, maliyet ve risk faktörleri değerlendirilmiştir.

Ekmekçioğlu vd. (2010), düzenli depolama, kompostlama, geleneksel yakma ve atıktan türetilmiş yakıt (ATY) yakma alternatiflerini dikkate alarak belediye katı atığı için uygun bertaraf yöntemi ve yerinin seçimi için değiştirilmiş bir bulanık TOPSIS metodolojisi önermiştir. Seçim kriterlerinin ağırlıkları, Analitik Hiyerarşi Sürecinin (AHP) bulanık ikili karşılaştırma matrisleri ile belirlenmiş ve ATY’nin İstanbul için en iyi bertaraf yöntemi alternatifi olduğu bulunmuştur. Sonraki aşamada, kriter olarak bitişik arazi kullanımı, iklim, yol erişimi ve maliyeti kullanarak optimum ATY tesisinin konumu belirlenmiştir.

Su vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, atık azaltma konusu üzerinde durmuş ve atık arıtma politikalarını sosyal, ekonomik ve yönetsel yönleriyle ele alınmıştır. Çalışmada, sosyal, ekonomik ve yönetim yönleriyle ilgili hem nicel hem de nitel analizlerin sonuçları, TOPSIS yöntemiyle kapsamlı karar verme destek sistemine entegre edilmiştir. Bu modelin uygulanabilirliğini göstermek için model bir vaka çalışması yapılmış ve atık azaltma sorunlarıyla karşı karşıya kalan diğer şehirlere uygulanabilir olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Khalili ve Duecker, S. (2013), endüstrinin karşılaştığı çevresel sorunları ELECTRE III ile ele almıştır. Çalışma sonucunda, geliştirilen çevre yönetim sisteminin Rio+20 sürdürülebilir kalkınma hedefleri, üç boyuta (hedefler, eylem ve sonuç) göre çevresel çözümler kurumsal çerçeveler için çağrıda bulunan yönergelerle uyumlu olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Liu vd. (2013), bulanık küme teorisine ve VIKOR yöntemine dayalı yeni bir ÇKKV tekniğiyle sağlık atıklarının bertaraf yöntemlerini değerlendirmişlerdir. Önerilen model, Çin'in en büyük şehirlerinden biri olan Şangay'daki bir vaka çalışması aracılığıyla değerlendirilmiştir. Çalışmada sağlık atıklarının bertarafı arasında "yakma", "buharlı sterilizasyon", "mikrodalga" ve "toprak doldurma" yöntemlerinin sonuçları, karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Mir vd. (2016), kentsel katı atık arıtma sisteminde önceliklendirme ve seçme konusunda, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanarak belediye katı atık arıtma yöntemlerine ilişkin 11 senaryo tanımlamış ve atık yönetimi koşullarına göre çevresel ve ekonomik olarak karşılaştırmalar yapmışlardır. Elde edilen sonuçlarda, düzenli depolama sahası (%18,1), RDF (%3,1), kompostlaştırma (%2), anaerobik çürütme (%40,4) ve geri dönüşümden (%36,4) optimize edilmiş bir entegre atık yönetimi modeli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Çoban vd. (2018) çalışmasında, dünya çapında kullanılan çeşitli bertaraf tekniklerine değinerek Türkiye için geçerli olabilecek farklı senaryoları ele almıştır. Uzman görüşlerine göre belirlenen 7 kriter ele alınarak TOPSIS, PROMETHEE I ve PROMETHEE II metotlarıyla 8 adet katı atık bertaraf senaryosunu değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlarında, gelişmekte olan ülkeler için geri dönüşüm ve düzenli depolama teknolojilerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Ishtiaq vd. (2018), Pakistan'da hastane atık yönetimi tedarikçilerinin seçimi için gerekli olan kriterleri belirlemek ve sıralamak amacıyla AHP metodunu kullanmıştır. Elde edilen bulgularda, atık yönetim maliyeti (%45,5) ve tedarikçi detaylarının (%31,5) tedarikçi seçiminde en önemli iki kriter olduğu ve depolama maliyeti (%15,7), atık işleme maliyeti (%14,7) ve tedarikçilerin nitelikleri (%10,9), hastane atık yönetiminde tedarikçi seçimi için en önemli üç genel alt kriter olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kharat vd. (2019), belediye katı atık işleme ve bertaraf etme yöntemlerini önceliklendirilmesine ve seçilmesine yönelik bulanık Delphi, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS metotlarını kullanmıştır. Çalışma sonucunda, gerçek dünya senaryosu ışığında, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde belediye katı atıklarını etkili bir şekilde yönetmek ve mevcut yönetim sistemlerini desteklemek için verimli ve pratik olduğunu ifade etmiştir.

Torkayesh vd.(2021), atık bertaraf teknolojisi seçiminin kentsel katı atık yönetimi alanında önemli bir sorunu olduğu düşüncesiyle mevcut teknolojilerin sıralamasını hesaplamak için en iyi-en kötü yöntem (BWM) ile değerlendirerek katmanlı ÇKKV tekniği kullanmıştır.

3.YÖNTEM

Bu çalışmada, 2020 yılı için Türkiye'deki 81 ilin bazı atık göstergeleri yardımıyla atık yönetimi performansları değerlendirilmiştir. İlk olarak, Entropi yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmış ve sonrasında yeni çok kriterli karar verme metotlarından olan MAIRCA yöntemiyle illerin atık yönetimi performansları değerlendirilmiştir. Entropi ile elde edilen ağırlık değerleri MAIRCA yönteminde kullanılmış ve illerin performans değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada TUIK'den elde edilen Tablo 2'de bahsi geçen veri seti kullanılmıştır. Çalışmadaki kullanılan Entropi ve MAIRCA yöntemine aşağıda değinilmiştir.

3.1. Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi mevcut veriden sağlanan faydalı bilgi miktarının ölçülmesinde kullanılmaktadır (Wu, 2011, s. 5163). İçinde bir çok kriteri barındıran karar verme problemleri için kriter ağırlıklarını

belirmede kullanılan Entropi yöntemi, literatürdeki kriter ağırlığı hesaplama yöntemlerinden objektif kategorisinde olanlardandır. Bu yöntemde, karar problemindeki kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanması için, karar matrisinde belirlenen değerler kullanılmaktadır. Farklı bir subjektif değerlendirme ihtiyacına duyulmamasından metodun uygulanabilirliği kolaydır (Özdağoğlu vd. 2017, s. 346-347).

3.2. MAIRCA Yöntemi

Pamucar, Vasin ve Lukovac (2014)'ın geliştirdiği MAIRCA yöntemi, “Çok ölçütlü ideal-gerçek karşılaştırma analizi” olarak Türkçe literatürüne girmiş bir ÇKKV yöntemidir. Bu yöntemde, teorik (ideal) çözümün elde edilen (gerçek) sonuç arasındaki fark belirlenerek bu farkın en az olduğu alternatifin ideal duruma en yakın olduğu ve en fazla tercih edilecek seçeneğin olması fikri üzerine kuruludur (Günay ve Ecer, 2020).

MAIRCA yönteminin adımları;

1. Adım: Başlangıç karar matrisinin (X) oluşturulması,

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} x_{11} \\ x_{21} \\ \vdots \\ x_{m1} \end{matrix} & \begin{matrix} x_{12} \\ x_{22} \\ \vdots \\ x_{m2} \end{matrix} & \begin{matrix} \dots \\ \dots \\ \ddots \\ \dots \end{matrix} & \begin{matrix} x_{1n} \\ x_{2n} \\ \vdots \\ x_{mn} \end{matrix} \end{matrix}$$

2. Adım: Alternatiflerin tercih değerlerinin belirlenmesi,

m toplam alternatif sayısı olmak üzere i . Alternatifin önceliği P_{Ai} eşitlik (1) de gösterilen şekilde hesaplanmaktadır.

$$P_{Ai} = \frac{1}{m}; \quad \sum_{i=1}^m P_{Ai} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

Burada her bir karar vericinin alternatife eşit uzaklıkta olduğu kabul edilir. Bu nedenle bütün öncelikler eşitlik (2)de gösterildiği üzere eşittir.

$$P_{A1} = P_{A2} = \dots = P_{Am} \quad (2)$$

3. Adım: Teorik değerlendirme matrisinin elde edilmesi,

n toplam kriter sayısı, m ise toplam alternatif sayısı olmak üzere, T_p matrisi $m \times n$ boyutlu bir matristir. Matrisin elemanları (t_{pij}) eşitlik (3)'te gösterilen şekilde, alternatiflerin öncelikleri (P_{Ai}) ve kriter ağırlıklarının w_j çarpılması ile hesaplanır.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} t_{p11} \\ t_{p21} \\ \vdots \\ t_{pm1} \end{matrix} & \begin{matrix} t_{p12} \\ t_{p22} \\ \vdots \\ t_{pm2} \end{matrix} & \begin{matrix} \dots \\ \dots \\ \ddots \\ \dots \end{matrix} & \begin{matrix} t_{p1n} \\ t_{p2n} \\ \vdots \\ t_{pmn} \end{matrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \begin{bmatrix} P_{A1}w_1 & P_{A1}w_2 & \dots & P_{A1}w_n \\ P_{A2}w_1 & P_{A2}w_2 & \dots & P_{A2}w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{Am}w_1 & P_{Am}w_2 & \dots & P_{Am}w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

Bütün alternatiflerin öncelikleri eşit olduğundan T_p matrisi satır vektörü olarak eşitlik (4)'teki gibi ifade edilebilir.

$$T_p = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{bmatrix} t_{p1} & t_{p2} & \dots & t_{pn} \end{bmatrix} & \begin{matrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \begin{bmatrix} P_{A1}w_1 & P_{A1}w_2 & \dots & P_{A1}w_3 \end{bmatrix} \end{matrix} \end{matrix} \quad (4)$$

4. Adım: Gerçek değerlendirme matrisinin elde edilmesi,

$$T_r = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ t_{r11} & t_{r12} & \dots & t_{r1n} \\ t_{r21} & t_{r22} & \dots & t_{r2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{rm1} & t_{rm2} & \dots & t_{rmn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

T_r matrisinin elde edilebilmesi için teorik derecelendirme matrisi T_p ile başlangıç karar matrisi X 'ten yararlanılır. Matris elemanları, kazanç yönlü kriterler için eşitlik (6), maliyet yönlü kriterler için ise eşitlik (7) den yararlanılarak hesaplanmalıdır.

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^-}{x_{ij}^+ - x_{ij}^-} \right) \quad (6)$$

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^+}{x_{ij}^- - x_{ij}^+} \right) \quad (7)$$

Burada x_{ij}^+ ; kriterin alternatiften aldığı en büyük değeri, x_{ij}^- ; kriterin alternatiften aldığı en küçük değeri ifade etmektedir.

5.Adım: Fark (boşluk) matrisinin elde edilmesi,

Boşluk matrisi (G), teorik derecelendirme matrisi (T_p) ile gerçek derecelendirme matrisinin (T_r) farkı alınarak eşitlik (8) ve (9)'daki gibi hesaplanır.

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$g_{ij} = t_{pij} - t_{rij} \quad g_{ij} \in [0, \infty) \quad (9)$$

6. Adım: Toplam Boşluğun Alternatifler ile Tanımlanması,

Eğer bir kriter (C_j) için bir alternatifin (A_i) teorik derecesi (t_{pij}) ile gerçek derecesi (t_{rij}) eşit ve sıfırdan farklı bir değer almışsa, boşluk sıfır olacaktır ($g_{ij} = 0$). Bu durumda bu kriter (C_j) için bu alternatif (A_i) ideal alternatif (A_i^+) olacaktır. Eğer bir kriter (C_j) için bir alternatifin (A_i) teorik derecesi (t_{pij}) ile gerçek derecesi (t_{rij}) sıfıra eşitse ($t_{pij} = t_{rij} = g_{ij}=0$) bu durumda kriter (C_j) için bu alternatif (A_i) en kötü alternatif (A_i^-) olacaktır.

7. Adım: Kriter fonksiyonu değerlerinin (Q_i) hesaplanarak sıralamaların belirlenmesi,

Kriter fonksiyonlarının değeri, her bir alternatif için boşluk matrisinin (g) satırları toplanarak eşitlik (10)'da gösterilen şekilde hesaplanır.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n g_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

Alternatifler nihai kriter fonksiyon değerlerine göre sıralanır. En küçük nihai kriter fonksiyon değerine sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir.

4. VERİ SETİ VE BULGULAR

Geniş literatür taraması sonucu 2020 yılı için Tablo 2'de belirtilen değişkenler çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada ele alınan değişkenler ve veri kaynakları

V1:	Kişi başı toplanan ortalama atık miktarı (Kg/kişi-gün) - (TUİK)
V2:	Geri kazanım tesislerine gönderilen atık miktarının toplam atık miktarına oranı -(TUİK)

V3:	İlin yıllık nüfus yoğunluğu (kişi/km ²) - (TUİK)
V4:	İlin çevre harcamalarının Türkiye toplamı içindeki payı (%) - (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı)
V5:	Düzenli olarak toplanan ve uygun nihai işlem uygulanan belediye atıklarının toplam belediye atık miktarına oranı - (Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma göstergeleri, 2019)
V6:	Geri kazanım tesislerine gönderen belediye sayısının atık hizmeti veren belediye sayısına oranı -(TUİK)
V7:	Kişi başına GSYH (TL) - (TUİK)

Tablo 3. Entropi yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları

Faktörler	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Ağırlık değerleri (w_j)	0.009928	0.201974	0.262859	0.346696	0.068344	0.093284	0.016913

Tablo 3'te Entropi yöntemiyle elde edilen kriterler ve ağırlıkları yer almaktadır. Entropi yöntemi bulgularına göre, ele alınan kriterler arasında kriter ağırlıklarının en fazladan en aza doğru sırasıyla, ilin çevre harcamalarının Türkiye toplamı içindeki payı (0.3466), ilin yıllık nüfus yoğunluğu (0.2628), geri kazanım tesislerine gönderilen atık miktarının toplam atık miktarına oranı (0.2019) ve geri kazanım tesislerine gönderen belediye sayısının atık hizmeti veren belediye sayısına oranı (0.0932) kriteri olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4. MAIRCA Yöntemi ile Elde Edilen Q_i Değerleri ve Sıralamalar

İller	Q_i	Sıra	İller	Q_i	Sıra	İller	Q_i	Sıra
Adana	0.0042014	2	Giresun	0.00801	54	Samsun	0.0066965	10
Adıyaman	0.00888081	79	Gümüşhane	0.008229	65	Siirt	0.0084474	72
Afyon	0.00781335	42	Hakkari	0.008274	67	Sinop	0.0078336	43
Ağrı	0.00901758	80	Hatay	0.007937	45	Sivas	0.0077373	40
Amasya	0.00772509	39	Isparta	0.007083	18	Tekirdağ	0.0070815	17
Ankara	0.00386421	1	Mersin	0.00603	5	Tokat	0.0084536	73
Antalya	0.00581167	4	İstanbul	0.005558	3	Trabzon	0.0073458	25
Artvin	0.0075965	35	İzmir	0.006114	6	Tunceli	0.0079651	48
Aydın	0.00745502	30	Kars	0.009069	81	Şanlıurfa	0.0081938	63
Balıkesir	0.00733625	24	Kastamonu	0.00727	23	Uşak	0.0071248	20
Bilecik	0.00635996	7	Kayseri	0.007242	21	Van	0.0076569	38
Bingöl	0.00839157	69	Kırklareli	0.007585	33	Yozgat	0.0081078	59
Bitlis	0.00885041	78	Kırşehir	0.007989	52	Zonguldak	0.0073936	28
Bolu	0.00860025	74	Kocaeli	0.0064	8	Aksaray	0.0079871	50
Burdur	0.00743992	29	Konya	0.006811	13	Bayburt	0.0084067	70
Bursa	0.00672251	11	Kütahya	0.008187	62	Karaman	0.0075413	32
Çanakkale	0.00724479	22	Malatya	0.007808	41	Kırkkale	0.0080523	57

Çankırı	0.00793777	46	Manisa	0.007948	47	Batman	0.0087991	77
Çorum	0.00806935	58	Kah.maraş	0.007354	26	Şırnak	0.0080263	55
Denizli	0.00763992	37	Mardin	0.007615	36	Bartın	0.0073729	27
Diyarbakır	0.00699635	15	Muğla	0.006778	12	Ardahan	0.0080501	56
Edirne	0.00800351	53	Muş	0.008683	75	Iğdır	0.0087075	76
Elazığ	0.00823919	66	Nevşehir	0.007904	44	Yalova	0.0070049	16
Erzincan	0.00819656	64	Niğde	0.007508	31	Karabük	0.007979	49
Erzurum	0.00813524	60	Ordu	0.007093	19	Kilis	0.0075907	34
Eskişehir	0.00655136	9	Rize	0.008444	71	Osmaniye	0.0081542	61
Gaziantep	0.00827635	68	Sakarya	0.006888	14	Düzce	0.0079872	51

MAIRCA yönteminde eşitlik (1) - (10) yardımıyla hesaplanan illerin performanslarını gösteren Q_i değerleri sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Bulgulara göre, performans sıralamalarında ilk üç ilin sırasıyla Ankara, Adana, İstanbul olduğu ve genellikle ilk sıralarda yer alan illerin büyükşehirler olduğu görülmüştür. Bu durumun sebepleri arasında büyükşehirlerin çevre harcamalarının payı, il nüfus yoğunluğunun fazla olması ve atıkların geri kazanımı hususunda proje sayıları, yatırımları, girişim ve girişimci sayılarının da etkili olduğu söylenebilir. Nüfus olarak daha küçük olan illerin ise son sıralarda yer aldığı görülmektedir. Küçük illere verilen desteklerin az olmasının yanında bu illerde atık yönetimi hususunda proje ve girişimcilik oranlarının artırılması ve desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayileşme ve nüfus artışı, kentleşmede yaşanan dengesizlikler, ürünlere ulaşımın kolaylaşması, bilinçsiz tüketim, sorumsuzluk vb. sebeplerle atıkların her geçen gün artmasına sebep olmakta ve çevre problemleriyle başa çıkabilmek daha güç bir hale gelmektedir. Bu durum atık yönetimini zorunlu hale getirmektedir. Şehir atıklarından sorumlu olan yerel yönetimler için atıkların toplanması, bertaraf edilmesi ve geri dönüşüm süreçleri atık yönetim performanslarında oldukça önem teşkil etmektedir. Bu araştırmada, Türkiye'nin 81 ili için atık yönetiminde önemli olan kriterler belirlenmiş ve Entropi ve MAIRCA yöntemleri ile performansları değerlendirilmiştir. Çalışma bulgularında, illerin atık yönetimi performansları için ele alınan kriterler arasında Entropi yöntemiyle belirlenen ağırlıklarda en fazla öneme sahip olan kriterlerin, ilin çevre harcamalarının Türkiye toplamı içindeki payı (0.3466), ilin yıllık nüfus yoğunluğu (0.2628), geri kazanım tesislerine gönderilen atık miktarının toplam atık miktarına oranı (0.2019) ve geri kazanım tesislerine gönderen belediye sayısının atık hizmeti veren belediye sayısına oranı (0.0932) kriterleri olduğu tespit edilmiştir.

MAIRCA Yöntemiyle elde edilen bulgulara, performans sıralamalarında ilk üç ilin sırasıyla Ankara, Adana, İstanbul olduğu ve genellikle ilk sıralarda yer alan illerin büyükşehirler olduğu görülmüştür. Bu durumun sebeplerinden büyükşehirlerin çevre harcamalarının payı, ilin nüfus yoğunluğunun fazla olması ve atıkların geri kazanımı hususunda proje sayıları, yatırımları, girişim ve girişimci sayılarının da etkili olduğu söylenebilir. Özellikle nüfus bakımından küçük illerde geri dönüşüm sürecini gerçekleştirecek küçük girişimlere destek olunmasının yönetime pozitif katkısı olabileceği düşünülmektedir.

Atık yönetiminde, geri dönüşüm konusunda büyükşehirlerin var olan projelerinin desteklenmesinin, bu konuda girişimcilere verilen destek ve teşviklerin artırılmasının, küçük şehirlerin çevre harcamalarındaki payının artırılarak geri dönüşüm projelerinin desteklenmesinin sürecin daha iyi yönetilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Atık yönetiminde, atıklardan enerji üretimi, geri dönüşüm, sürdürülebilirlik projeleri ve çevre vergilerinin artırılması sorunların giderilmesinde çözüm yöntemleri arasındadır.

Burada üzerinde durulması gereken en önemli husus atık oluşumunun baştan önlenmesi ve var olan atığın da geri dönüşümünün sağlanarak tekrar kullanılabilmesidir. Her ne kadar atık yönetiminin sorumluluğu devletin ve belediyelerin yasal yükümlülüğünde olsa da toplumun bu konudaki bilinci en

büyük etkenlerdendir. Nitekim atık yönetiminde atığın oluşması minimize edilirse, atığın toplanmasından lojistiğine, ayrıştırılmasından bertarafına kadar birçok sorun da ortadan kalkmış veya azalmış olacaktır. Bununla birlikte bu faaliyetlere harcanan çaba ve kaynakların azalması da yerel yönetimlerin kazançlarından olacaktır. Ayrıca bu kazançların yanında atıkların çevreye verebileceği muhtemel zararlardan da çevre korunmuş olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akdoğan, A. A., & Güleç Solak, S. (2005). Belediyelerde katı atık yönetimi ve il belediyelerinde gerçekleştirilen ampirik bir araştırma. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 14(4), 51-78.
- Angelo, A. C. M., Saraiva, A. B., Clímaco, J. C. N., Infante, C. E., & Valle, R. (2017). Life Cycle Assessment and Multi-criteria Decision Analysis: Selection of a strategy for domestic food waste management in Rio de Janeiro. *Journal of cleaner production*, 143, 744-756.
- Banar, M., Özkan, A., & Kulaç, A. (2010). Choosing a recycling system using ANP and ELECTRE III techniques. *Turkish journal of engineering and environmental sciences*, 34(3), 145-154.
- Bay, M. (2018). Belediyelerde Atık Yönetimi Ve Politikaları: Karaman Örneği. *Journal of International Social Research*, 11(61), 769- 781.
- Buzkan, C., & Erman, O. (2020). Yapısal atıkların geri dönüşüm sorunu ve Türkiye'deki durumun mevzuat bakımından değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(1), 76-89.
- Coban, A., Ertis, I. F., & Cavdaroglu, N. A. (2018). Municipal solid waste management via multi-criteria decision making methods: A case study in Istanbul, Turkey. *Journal of cleaner production*, 180, 159-167.
- Çamur, D., & Vaizoğlu, S. A. (2007). Çevreye ilişkin önemli toplantı ve belgeler. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(4), 297-306.
- Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2017). Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü - Sıfır Atık El Kitapçığı, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/sifiratik/icerikler/k-tapc-k-2017-1-20180129130757.pdf> Erişim Tarihi: 08.10.2022
- Desa, A., Ba'yah Abd Kadir, N., & Yusoooff, F. (2012). Waste education and awareness strategy: towards solid waste management (SWM) program at UKM. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59, 47-50.
- Dursun, M., Karsak, E. E., & Karadayi, M. A. (2011). Assessment of health-care waste treatment alternatives using fuzzy multi-criteria decision making approaches. *Resources, Conservation and Recycling*, 57, 98-107.
- Ekmekçioglu, M., Kaya, T., & Kahraman, C. (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. *Waste management*, 30(8-9), 1729-1736.
- Ghiani, G., Laganà, D., Manni, E., Musmanno, R., & Vigo, D. (2014). Operations research in solid waste management: A survey of strategic and tactical issues. *Computers & Operations Research*, 44, 22-32.
- Gül. M., & Yaman, K. (2020). Türkiye'de atık yönetimi ve sıfır atık projesinin değerlendirilmesi: Ankara örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4), 1267-1296.
- Günay, F., & Ecer, F. (2020). Cash flow based financial performance of Borsa İstanbul tourism companies by Entropy-MAIRCA integrated model. *Journal of multidisciplinary academic tourism*, 5(1), 29-37.
- 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*, 9(1), 1-19.
- Ishtiaq, P., Khan, S. A., & Haq, M. U. (2018). A multi-criteria decision-making approach to rank supplier selection criteria for hospital waste management: A case from Pakistan. *Waste Management & Research*, 36(4), 386-394.

- Kalkınma Bakanlığı, (2013), Onuncu Kalkınma Planı 2014.-2018, Ankara, Kalkınma Bakanlığı Yayını.
- Kalyoncu, H. S. (2005). Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Türkiye'nin Karşılaştırmalı Atık Yönetimi Stratejileri, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi.
- Khalili, N. R., & Duecker, S. (2013). Application of multi-criteria decision analysis in design of sustainable environmental management system framework. *Journal of Cleaner Production*, 47, 188-198.
- Kharat, M. G., Murthy, S., Kamble, S. J., Raut, R. D., Kamble, S. S., & Kharat, M. G. (2019). Fuzzy multi-criteria decision analysis for environmentally conscious solid waste treatment and disposal technology selection. *Technology in Society*, 57, 20-29.
- Köse, Ö., Ayaz, S., & Köroğlu, B. (2007). Türkiye'de Atık Yönetimi-Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi. *TC Sayıştay Başkanlığı*, Ankara.
- Lee, S., & Paik, H. S. (2011). Korean household waste management and recycling behavior. *Building and Environment*, 46(5), 1159-1166.
- Liu, H. C., Wu, J., & Li, P. (2013). Assessment of health-care waste disposal methods using a VIKOR-based fuzzy multi-criteria decision making method. *Waste management*, 33(12), 2744-2751.
- Metin, E., Eröztürk, A., & Neyim, C. (2003). Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste management*, 23(5), 425-432.
- Mir, M. A., Ghazvinei, P. T., Sulaiman, N. M. N., Basri, N. E. A., Saheri, S., Mahmood, N. Z., ... & Aghamohammadi, N. (2016). Application of TOPSIS and VIKOR improved versions in a multi criteria decision analysis to develop an optimized municipal solid waste management model. *Journal of environmental management*, 166, 109-115.
- Önver, M. Ş. (2019). Çöp/atık yönetimi ve belediyeler. *Journal of Current Debates in Social Sciences*, 2(1), 111-123.
- Özdağoğlu, A., Yakut, E., & Bahar, S. (2017). Machine selection in a dairy product company with entropy and SAW methods integration. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 341-359.
- Rensburg, M. L., S'phumelele, L. N., & Dube, T. (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, 102132.
- Solak, S. G., & Pekküçükşen, S. (2018). Türkiye'de kentsel katı atık yönetimi: karşılaştırmalı bir analiz. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 653-683.
- Su, J. P., Hung, M. L., Chao, C. W., & Ma, H. W. (2010). Applying multi-criteria decision-making to improve the waste reduction policy in Taiwan. *Waste Management & Research*, 28(1), 20-28.
- Şengün, H. (2015). Türkiye'de çevre yönetimi ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığının uygulamaları. *Strategic Public Management Journal*, 1(1), 109-130.
- Tadesse, T. (2009). Environmental concern and its implication to household waste separation and disposal: Evidence from Mekelle, Ethiopia. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(4), 183-191.
- Torkayesh, A. E., Malmir, B., & Asadabadi, M. R. (2021). Sustainable waste disposal technology selection: The stratified best-worst multi-criteria decision-making method. *Waste Management*, 122, 100-112.
- Troschinetz, A. M., & Mihelcic, J. R. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste management*, 29(2), 915-923.
- Tseng, M. L. (2009). Application of ANP and DEMATEL to evaluate the decision-making of municipal solid waste management in Metro Manila. *Environmental monitoring and assessment*, 156(1), 181-197.

- Whitmarsh, L. E., Haggard, P., & Thomas, M. (2018). Waste reduction behaviors at home, at work, and on holiday: What influences behavioral consistency across contexts?. *Frontiers in Psychology*, 9, 2447.
- Wu, J., Sun, J., Liang, L., & Zha, Y. (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon entropy. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5162-5165.
- 2015 Atık Yönetimi Yönetmeliği, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150402-2.htm> (Erişim, 10.11.2022)

Research Article

Türkiye’de Atık Yönetimi: İllerin Performanslarının MAIRCA Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Waste Management in Turkey: Evaluation of The Performances of Provinces by MAIRCA Method

Nazlı SEYHAN

Dr. Öğr. Üyesi. Gümüşhane Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

nazliarik@gumushane.edu.tr

<https://orcid.org/000-0003-0759-9119>

Extensive Summary

With the increase in environmental problems gaining a global character, some countries and societies have focused on these problems and sought solutions for the solution of environmental problems. However, it has emerged that resources should be used prudently and re-use in order to ensure the balance between depletion of resources, growth, development and the environment. This situation showed that there should be a systematic approach in the evaluation of wastes and revealed the concept of waste management. Although this situation is in the field of local governments, which are responsible for the collection, removal and disposal of wastes, it differs according to the development levels, political and social structures of the societies.

With the increase in the urban population and the change in consumption, the importance of waste management has increased with the increase in the amount of waste generated in these regions. With the growth of the cities, the waste storage areas to be established are far from the centers, the traffic density increases, the recyclable wastes are not separated, etc. For this reason, waste management costs are increasing day by day. The continuous increase in industrial and commercial activities has also increased the pressure on the environment from wastes generated at all stages from production to consumption.

It is necessary to take advantage of waste management principles and implement effective and applicable policies and laws as soon as possible in order to reduce these pressures and turn wastes from being a problem and into an economic resource on the contrary.

The first environmental structuring in Turkey was with the establishment of the Permanent Advisory Board for Environmental Problems in the last quarter of the 20th century, and the first legal regulation related to the environment was discussed in the 1982 Constitution. According to Article 56 of our Constitution, “Everyone has the right to live in a healthy and balanced environment.” and “It is the duty of the State and citizens to improve the environment, protect environmental health and prevent environmental pollution”. In order to ensure waste control, Environmental Law No. 2872, dated 1983, which is one of the first legal regulations, was adopted, in addition, the Ministry of Environment was established in 1991 and its main duties and responsibilities were defined (Kalyoncu, 2005, p. 21-24).

In Turkey, the use of natural resources, waste management targets and waste classification were made in the 2015 Waste Management Regulation, which was prepared in accordance with the 2008 European Union Waste Framework Directive. Waste management includes recycling and proper disposal as well as minimizing waste generation (2015 Waste Management Regulation).

In the Tenth Development Plan covering the years 2014-2018, the main purpose of the environment is to increase the environmental awareness and awareness of the people in parallel with the economic and social development, and to protect the natural resources that will be benefited and left to future generations. In addition, it is aimed to ensure green growth by adopting environmentally friendly approaches in different investment sectors (Ministry of Development, 2013: 137-138).

The situation of these services, which are the responsibility of local governments, in Turkey, the activities of the municipalities on the subject, the current situation of the municipalities and the determination of their problems and the discussion of the solutions that can be brought to these problems are important issues to be addressed. However, the first thing to be done in this regard should be to determine the waste management performance of the municipalities and to determine the deficiencies. Although waste management is in the field of work of local governments, it is very important to evaluate the performance of the provinces, since the performances of the provinces will be reflected in the country's performances when considered from a macro perspective. In this study, some important criteria in waste management of 81 provinces in Turkey were weighted with the ENTROPI method and their waste management performances were evaluated with the MAIRCA method, which is one of the new multi-criteria decision-making methods. Waste management literature has been examined and variables that show waste management performance such as GDP per capita, municipal total waste rate, amount of recycled waste, amount of waste disposed of are discussed within the scope of the study.

Let us briefly describe the methods used in the study. The Entropy method is used to measure the amount of useful information obtained from the existing data (Wu, 2011, p. 5163). In this method, the values determined in the decision matrix are used to calculate the weights of the criteria in the decision problem. Applicability of the method is easy since there is no need for a different subjective evaluation (Özdağoğlu et al. 2017, pp. 346-347). The MAIRCA method, developed by Pamucar, Vasin and Lukovac (2014), is a MCDM method that entered the Turkish literature as "Multi-criteria ideal-real comparison analysis". In this method, the difference between the theoretical (ideal) solution and the (real) result obtained is determined, and it is based on the idea that the alternative with the least difference is the closest to the ideal situation and the most preferred option (Günay and Ecer, 2020).

In the waste management performances of the provinces, it has been observed that V4: The share of the province's environmental expenditures in Turkey's total (0.3466), V3: Annual population density of the province (0.2628), V2: The ratio of the amount of waste sent to the recycling facilities to the total amount of waste (0.2019) and V6: Ratio of the number of municipalities sending to recycling facilities to the number of municipalities providing waste services (0.0932) criteria have the most importance in the weights determined by the Entropy method among the criteria discussed.

In the findings obtained by the MAIRCA Method, it was seen that the first three provinces in the performance rankings were Ankara, Adana and Istanbul, respectively, and that the provinces in the first place were metropolitan cities. It can be said that among the reasons for this situation, the share of environmental expenditures of metropolitan cities, the high population density of the province and the number of projects, investments, and the number of enterprises and entrepreneurs are also effective in the recycling of wastes. It is seen that the provinces with smaller population are in the last place. In addition to the lack of support given to small provinces, it is clear that the ratio of projects and entrepreneurship in waste management in these provinces should be increased and supported.

It is thought that supporting the existing projects of metropolitan cities in waste management, especially in recycling, increasing the support and incentives given to entrepreneurs in this regard, supporting recycling projects by increasing the share of small cities in environmental expenditures will also contribute to the good management of the process. Waste management and energy production from waste, recycling and sustainability are among the solution methods to overcome these problems.

The most important point to be emphasized here is to prevent waste generation from the beginning and to be able to be reused by recycling. Although the responsibility of waste management is the legal obligation of the state and municipalities, the awareness of the society on this issue is one of the biggest factors in the success of the management. As a matter of fact, if the generation of waste in waste management is minimized, many problems from collection to logistics, from separation to disposal will be eliminated or reduced. However, the reduction of effort and resources spent on these activities will

also be a benefit of local governments. In addition to these gains, the environment will be protected from possible harm that wastes may cause to the environment.