

Geliş Tarihi:

25.03.2025

Kabul Tarihi:

13.06.2025

Yayınlanma Tarihi:

29.09.2025

Kaynakça Gösterimi: Dörtkardeş, E. & Görener, A. (2025). Sağlık kuruluşlarında sürdürülebilir atık yönetimine ilişkin değerlendirme kriterlerinin analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(53), 421-447, doi: 10.46928/iticusbe.1665685

SAĞLIK KURULUŞLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİMİNE İLİŞKİN DEĞERLENDİRME KRİTERLERİNİN ANALİZİ*

Araştırma

Elit Dörtkardeş 

Sorumlu Yazar

İstanbul Ticaret Üniversitesi

elit_dortkardes@hotmail.com

Ali Görener 

İstanbul Ticaret Üniversitesi

agorener@ticaret.edu.tr

Elit Dörtkardeş, yüksek lisansını Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi alanında tamamlamış olup, İstanbul Ticaret Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Bölümünde doktora öğrencisidir.

Ali Görener, İstanbul Ticaret Üniversitesi İşletme Fakültesinde profesör olarak görev yapmaktadır. Tedarik zinciri, üretim yönetimi, kalite ve lojistik alanlarında dersler vermekte ve akademik çalışmalar yürütmektedir.

* Bu makale, İstanbul Ticaret Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Doktora programı kapsamında, Prof. Dr. Ali Görener danışmanlığında yürütülen Elit Dörtkardeş'e ait "Sağlık Kuruluşlarında Sürdürülebilir Tıbbi Atık Bertaraf Teknolojilerinin Değerlendirilmesi: Bulanık Mantık Tabanlı Karar Verme Modeli Önerisi" başlıklı doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

Sağlık Kuruluşlarında Sürdürülebilir Atık Yönetimine İlişkin Değerlendirme Kriterlerinin Analizi

Elit Dörtkardeş
elitdortkardes@hotmail.com
Ali Görener
agorener@ticaret.edu.tr

Özet

Uygun şekilde bertaraf edilmeyen tıbbi atıklar, insan sağlığının olumsuz yönde etkilenmesine, çevre sağlığının bozulmasına ve bulaşıcı hastalıkların artışına neden olmaktadır. Araştırma, İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri 19 hastanede karar verici konumundaki uzmanlardan elde edilen verilerle gerçekleştirilmiştir. Sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin seçiminde kullanılmak üzere Hastane Yöneticisi, Tıbbi Atık Yöneticisi, Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü ve Teknik Hizmetler Müdürü konumundaki uzmanlar tarafından 6 ana kriter ve 31 alt kriter değerlendirilmiş olup; kriter önem derecelerinin belirlenmesi IMF-SWARA yöntemi ile yapılmıştır. 100 yatak üzeri 19 hastane için uzman görüşleri kapsamında elde edilen verilerin analizi sonucunda, en önemli ana kriter çevresel kriter ve emisyon kriteri iken; en az önemli kriter sosyal kriter olarak belirlenmiştir. Kriterlerin global ağırlıklarının hesaplanması aşamasında 31 alt kriter içinde en önemli 5 kriter sırasıyla; çalışan riskleri, insan toksisitesi, koku, karasal ekotoksiste, gürültü olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf yöntemleri ile ilgili çıkarımlar sunmaktadır. Ayrıca, görüşleri alınan uzman sayısının benzer nitelikteki makalelere kıyasla yüksek olması ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık yönetimi, sürdürülebilirlik, çok kriterli karar verme, IMF-SWARA.

JEL Kodu: M11, Q53, I18

Analysis of the Evaluation Criteria for Sustainable Waste Management in Healthcare Organizations

Abstract

Improper disposal of such waste can lead to adverse effects on human health, environmental degradation, and an increase in infectious diseases. This study was conducted using data collected from experts in decision-making positions at 19 hospitals with a bed capacity of over 100 in Istanbul. For the purpose of selecting sustainable medical waste disposal methods, evaluations were conducted by professionals including Hospital Administrators, Medical Waste Managers, Hospitality and Support Services Managers, and Technical Services Managers. 6 main criteria and 31 sub-criteria were assessed, and the weighting of these criteria was performed using the IMF-SWARA method. Based on expert evaluations from the 19 hospitals, the analysis revealed that the most significant main criteria were environmental and emission-related factors, while the least significant was the social criterion. During the calculation of the global weights of the criteria, the 5 most important sub-criteria among the 31 were identified as: occupational risks, human toxicity, odor, terrestrial ecotoxicity, and noise, respectively. The findings of this study offer important insights into sustainable medical waste disposal methods. Furthermore, the relatively high number of expert participants compared to similar studies in the literature is considered a notable contribution to the field.

Keywords: Waste management, sustainability, multi-criteria decision making, IMF-SWARA.

JEL Code: M11, Q53, I18

Giriş

Tıbbi atık; insan ve hayvan hastalıklarının teşhis, tedavi, aşılınması ile bilimsel araştırma, biyolojik üretim ve testlerde üretilen atıkları ifade etmektedir. Hastaneler, muayenehaneler, laboratuvar, kan transfüzyon merkezlerinde yaygın olarak ortaya çıkan geniş bir atık kategorisini oluşturmaktadır (Tudor vd., 2007, s. 5). Dünya çapında tıbbi hizmetlerde yaşanan gelişmeler, atık üretim miktarındaki artışla birlikte toplam miktarın artmasına sebebiyet vermektedir. Yerel toplulukları ve çevreyi bulaşıcı hastalık ve mikroorganizmalardan koruma ihtiyacından yola çıkan tıbbi atık yönetimi, küresel öneme sahip bir konu haline gelmektedir (Aung vd., 2019, s. 6).

Sağlık tesislerinde üretilen tıbbi atıklar, hastalıkların bulaşma potansiyeli nedeniyle toksik ve öldürücü olabilmektedir (Aung vd. 2019, s.733). Salgın hastalıklar genellikle çok kısa bir süre içinde enfeksiyonlarda keskin bir artışa yol açabilmektedir ve bu durum zamanında yeterli tıbbi hizmet sağlamak, hastalığın yayılmasını kontrol altına almak için tıbbi personel, tıbbi malzemeler, sağlık tesisleri vb. gibi çeşitli kaynaklara olan talebin artmasına neden olmaktadır (Liu vd., 2020, s. 6). Tıbbi atık miktarının katlanarak artması, tıbbi atıkların yanlış şekilde toplanması veya bertaraf edilememesi durumunda hastalığın yayılmasını hızlandırabilir. Bu durum hem sağlık personeli hem de hastalar için önemli bir risk oluşturabilir (Liu & Zhang, 2020, s. 841).

Tehlikeli atıkların bertarafı ile ilgili maliyetlerdeki yüksek farklılıklar nedeniyle tehlikeli olmayan atıkların tehlikeli atıklardan ayrılması hususu; sağlık tesislerinde önemli bir ekonomik faktör olarak görülmektedir (Askarian vd., 2010, s. 2321). Atık bertarafı ile ilgili maliyetlere ek olarak, sağlık personelleri tarafından biyolojik olarak tehlikeli atık malzemelerin hastanelerden güvenli bir şekilde bertaraf edilebilecekleri sahalara taşınmasının; sermaye, bakım, kullanım ve yönetim genel giderleri gibi ek maliyetleri de bulunmaktadır (Olaifa vd. 2018, s. 137).

Nüfusun hızla artması, gelişmiş yaşam tarzı ve teknolojik alanda inovasyon ve buluşlar, çiftliklerden zararlı atık üretimi ve hem ticari hem de ekonomik sektörlerin genişlemesi sonucunda giderek artan bir atık yoğunluğuna neden olmaktadır (Amos vd., 2024, s. 1). Aydın (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, Trakya bölgesinde tıbbi atık üretiminin yıllık yaklaşık 2000 ton düzeyinden 2045 yılına kadar 3000 ton/yıl seviyesine ulaşması beklendiği belirtilmiştir. Tıbbi atıklarla ilgili bu ciddi ve tehlikeli

durum; yasa koyucuların bu tür atıkların yönetimini düzenleyen çerçeve hakkında katı bir politik yaklaşım benimsemelerine ve tıbbi atıkların güvenli yönetimi de dâhil olmak üzere uluslararası birçok anlaşma ve sözleşmeyi onaylamalarına neden olmuştur (Makan & Fadili, 2020, s. 4).

Kesintisiz hizmet sunumunun teknoloji ve emeğin yoğun olarak kullanıldığı sağlık sektörü; sürdürülebilirlik ilkelerinin uygulamaya geçirilmesi açısından önemli bir katkı sağlamaktadır (Çavmak vd., 2024, s. 265). Sürdürülebilir atık yönetiminin başlıca hedefi; atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermesini önlemek ve atıkların ekonomik sürece kazandırılarak gelecek nesillerin yaşam hakkını korumaktır (Tamkoç vd., 2024, s. 499). Sağlık hizmetlerinin uzun vadede etkin olması ve sağlık hizmetlerine erişimin gelecek nesillere aktarılabilmesi için sürdürülebilir sağlık yapılarının oluşturulması gerekmektedir. Araştırmada sürdürülebilirlik boyutu kapsamında bertaraf yöntemleri ile ilgili kriterlerin önem derecesine göre sıralanması ve bu kapsamda en uygun atık bertaraf yöntemlerinin Geliştirilmiş Bulanık Adımlı Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi (IMF-SWARA) yöntemi ile seçilmesi amaçlanmaktadır.

Kavramsal ve Kuramsal Çerçeve

Atık kavramı literatürde farklı şekillerde tanımlanmıştır (Ertaş & Güden, 2019, s. 54). Atık; bertaraf edilen veya bertaraf edilmesi amaçlanan, ulusal hukuk hükümlerine göre bertaraf edilmesi gereken madde veya nesnelerdir (Pongrácz, 2004, s. 142). Atık kavramı, Türkiye’de ilk kez 1983 tarihli 2872 sayılı Çevre Kanunu’nda ifade edilmiş olup; adı geçen Kanun hükmüne göre; herhangi bir faaliyetin sonunda çevreye bırakılan ya da atılan zararlı madde şeklinde tanımlanmıştır (Bakkaloğlu, 2022, s. 5). Sağlık kurumlarındaki atıkların toprağa, suya, havaya ve biyoçeşitliliğe zarar verdiği, tıbbi atıkların kontrolsüz bir şekilde toprak altında depolanmasının toprak kirliliğine neden olduğu, toprağın yapısı ve niteliği bozduğu; bu nedenle atıkların, enfekte özelliğini yitirdikten sonra gömülmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle, günümüzde sağlık hizmetlerinden kaynaklanan atıkların yönetiminin, düzenleyici kurumların karşılaştığı en önemli çevresel sorunlardan biri olduğu değerlendirilmektedir (Ciplak & Barton, 2012, s. 576). Barbero ve Pallaro (2017, s. 2475) tarafından İtalya’da Politecnico di Torino’daki Mimarlık ve Tasarım Departmanı’nın Sistemik Yenilik Tasarım Ağı araştırma ekibi tarafından çalışmada sağlık alanındaki sürdürülebilirliğin ağırlıklı

olarak ekonomik açıdan önemli olduğu düşünülse de sosyal, çevresel ve kültürel sürdürülebilirlik ile ele alınması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Makan ve Fadili (2020, s. 1) Fas'ta yapmış olduğu çalışmada en az sekiz yıllık çalışma tecrübesi bulunan 15 uluslararası uzmanı, atık bertaraf kriterlerinde sistem sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla kriter sıralama anketine katılmaya davet edilmiştir. Bu amaçla arazi bertarafı, yakma ve yakma dışındaki bertaraf sistemlerini içeren on arıtma sistemi; çevresel, finansal, sosyal ve teknik kriterler açısından değerlendirilmiştir. Bucataru (2021, s. 8) tıbbi atıklar ile sürdürülebilir bir toplumun gelişimi arasındaki bağlantı ortaya koymak amacıyla 2020'de Web of Science (WOS)'da yayınlanan 1192 adet makalesi üzerinde yapmış olduğu araştırma ile tıbbi atıklarla ilgili sürdürülebilir bertaraf teknolojilerini; çevresel, teknik, ekonomik, finansal, sosyal ve yönetim açısından değerlendirmiş ve en etkin kriterlerin çevresel ve ekonomik kriter olduğu sonucuna varmıştır. Atık yönetiminde sürdürülebilirlik kavramı hakkında önceliklendirme yapma amacı taşıyan çalışmada, sektör temsilcileri tarafından ana kriterler içinde ekonomik kriteri, ikinci önemli kriter çevresel kriterler olmuştur (Çavmak vd., 2024, s. 277).

Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde; sürdürülebilir atık bertaraf yönteminin seçilmesi amacıyla araştırmanın modeli, SWARA, IMF- SWARA ve bulanık SWARA metodu ile ilgili literatür çalışmaları, araştırma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve verilerin analizi kısmına yer verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Çalışma, İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri 19 hastanede gerçekleştirilmiştir. Karar verici konumundaki uzmanlardan elde edilen veriler kullanılarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden IMF- SWARA metodu ile kriterler ağırlıklandırılmıştır.

SWARA Yöntemi. Literatürde kriter ağırlık hesaplamaları için kullanılan çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri bulunmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılan en popüler yaklaşımlardan biridir (Ansari vd., 2020, s. 480). Ancak, AHP metodu kullanılarak yapılan değerlendirme, yalnızca uzman görüşleri uyum içinde ise ve tutarlılık derecesi değeri sınırlar içinde ise güvenilir

olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, yukarıdaki sorunları ele almak için, SWARA tekniği 2010 yılında Kersulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından geliştirilmiştir (Ansari vd., 2020, s. 480). SWARA yöntemi, uzmanların kendi bilgi ve deneyimlerini uyguladıkları, ağırlık belirleme sürecinde kriterlerin önemi hakkında uzman görüşlerini tahmin etmeye yönelik bir yöntemdir (Mardani vd., 2017, s. 273). Nihai sıralama, bir grup uzman tarafından belirlenmektedir. Sıralamada ilk kriter en önemli, son kriter ise önem derecesi en az olan kriter olarak kabul edilmektedir (Mardani vd., 2017, s. 273). Uyuşmazlık çözümünde rasyonel yöntemin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, SWARA yöntemine dayalı öznitelik ağırlık belirleme ve doğrusal normalleştirme yöntemi uygulanarak normalleştirilmiş ilk karar verme matrisinin uygulanabileceği kanıtlanmıştır (Kersulienė vd., 2010, s. 253). Önerilen yöntem, karar alternatiflerini karakterize eden nitelik önemlerinin farklılıklarının değerlendirilmesine izin vermektedir.

Bulanık SWARA Yöntemi. Bu yöntem, klasik SWARA yönteminden farklı olarak göre karşılaştırma yapma sürecinde sadece bulanık ifadelerin kullanıldığı bir yöntemdir. Bulanık mantık üzerine kurulu olan bulanık SWARA yöntemi, karar verirken yaşanan güçlükler nedeniyle karmaşık hale gelen değerlendirme sürecinin daha etkin ve gerçeğe yakın yapılmasını sağlamaktadır. Ağırlık belirleme sürecinde kriterlerin önem oranları hakkında uzman görüşünü tahmin edebilme yeteneği, bu yöntemin ana unsurudur (Hashemkhani Zolfani & Bahrami, 2014, s. 540).

Bulanık mantık üzerine kurulu olan bulanık SWARA yöntemi, karar alma sürecinde yaşanan zorluklar nedeniyle karmaşık olan değerlendirme sürecinin daha etkili ve gerçeğe yakın bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Bu strateji, karar vericilerin kriter değerlendirme sürecinde dilsel ifadeler kullanarak görüşlerini kolaylıkla ifade etmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca Bulanık SWARA yöntemi, diğer karar verme yöntemlerine kıyasla daha az ikili karşılaştırma yapma olanağı sunmaktadır (Akpınar, 2022, s. 110).

IMF-SWARA Yöntemi. Kersulienė vd. (2010) tarafından tanıtılan SWARA yöntemi, seçim kriterlerinin ağırlıklarını hesaplamak için kullanılan bir yaklaşımdır. Klasik yöntemlerden farklı olarak SWARA yöntemi, karar vericilerin tercihlerini tahmin etmeye çalışmaktadır (Mardani vd. 2017, s. 273). Ancak Vrtağıć vd. (2021), kriterler arası ikili karşılaştırma yapmak için kullanılan dilbilimsel ölçeğin yeterli olmadığını vurgulamış ve yöntemin eksikliğini gidermek için yedili yeni bir ölçek

kullanılmasını önermiştir. Bu kapsamda yeni bir yaklaşım olan IMF-SWARA metodunu tanıtmışlardır (Hashemkhani Zolfani vd. 2021, s. 1586). Bulanık SWARA yöntemini kullanılarak, iki farklı kriterin eşit ağırlıklara sahip olduğu sonuçları elde etmek imkansızdır. Fakat gerçek hayat problemlerinde, bazı açılardan kriterlerin veya alternatiflerin eşit olduğu durumlar olabilir. Geliştirilmiş bulanık SWARA yöntemi ile iki veya daha fazla kriter eşit değerlere sahip olabilmektedir. IMF-SWARA yöntemi ile bulanık SWARA yöntemindeki yetersiz olan ölçek, geliştirilerek kriterler ve ağırlıklarının tutarsızlık giderilmiştir (Vrtagić, 2021, s. 8). IMF-SWARA yöntemiyle karar vericiler tarafından gerçekleştiren öznel değerlendirmeleri yansıtacak tutarlı ve gerçekçi bir analiz yapmak mümkün olmaktadır. Söz konusu yöntem aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

Adım 1: Değerlendirme kriterlerinin azalan önem sırasına göre sıralanması

Tüm kriterler tanımlandıktan sonra, beklenen önemlerine göre azalan sırada düzenlemek gerekmektedir (Vrtagić vd., 2021, s. 6). Kriter, değerlendiren uzman tarafından önemliden önemsiz doğru sıralanır (Ghasemi vd., 2021, s. 12).

Adım 2: Kriterlerin göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesi

Ortalama değerin karşılaştırmalı önemi, s_j ile ifade edilmektedir (Ghasemi vd., 2021, s. 12). Önceden belirlenmiş olan sıralamadan başlanmak suretiyle, kriterin (s_j kriteri) bir öncekine (s_{j-1}) göre nispeten daha küçük anlamlılığı belirlenmekte ve sonraki kriter için tekrarlanmaktadır. Orijinal bulanık SWARA yöntemindeki temel sorun, kriterlerin karşılaştırmalı önemini belirlemek için yetersiz bir ölçeğin uygulanmasıdır. Bu nedenle Bulanık SWARA yöntemini geliştiren kilit nokta, IMF-SWARA metodu kullanarak kriterlerin öneminin kesin ve iyi kalitede belirlenmesini sağlayan yeterli bir üçgensel bulanık sayı ölçeğinin geliştirilmesidir (Vrtagić vd., 2021, s. 6). IMF Kullanılan üçgensel bulanık sayı ölçeği Tablo 1 'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Dilsel İfadelerin Bulanık Sayı Değerler

Dilsel Değişken	Kısaltma	Bulanık Sayı Değerleri
Kesinlikle daha az önemli	ALS	(1, 1, 1)
Ağırlıklı olarak daha az önemli	DLS	(1/2, 2/3, 1)
Çok daha az önemli	MLS	(2/5, 1/2, 2/3)
Gerçekten daha az önemli	RLS	(1/3, 2/5, 1/2)
Daha az önemli	LS	(2/7, 1/3, 2/5)
Orta derecede daha az önemli	MDLS	(1/4, 2/7, 1/3)

Zayıf derecede daha az önemli	WLS	(2/9,1/4,2/7)
Eşit derecede önemli	ES	(0, 0, 0)

Adım 3: Bulanık katsayının belirlenmesi

Kriterlerin ortak sıralamasında en önemli kriterin k_j katsayısı, 1 olarak atanmaktadır (Adalı & Işık, 2017, s. 64). k_j katsayıları, aşağıdaki eşitlik ile belirlemektedir (Vrtađić vd., 2021, s. 6)

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} \tilde{1}, & j = 1 \\ \tilde{s}_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

Adım 4: Önem vektörünün (q_j) Denklem ile hesaplanması q_j katsayısı, aşağıdaki eşitlik ile belirlenmektedir (Vrtađić vd., 2021, s.6)

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1}, & j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 5: Bulanık ağırlık katsayılarının hesaplanması

$\tilde{w}_j$; j inci kriterin bulanık ifade ile önemini göstermektedir. İfadeler üçgensel bulanık sayılar ile $l_1 \leq m_1 \leq u_1$ olacak şekilde $A_1 = (l_1, m_1, u_1)$ şeklinde gösterilmektedir (Vrtađić vd., 2021, s. 8).

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{j=1}^n \tilde{q}_j} \quad (3)$$

Adım 6: w_j 'nin bulanık olmayan değerinin hesaplanması

Bulanık yapıda olması nedeniyle kriter ağırlıklarına ait durulaştırma işlemi aşağıdaki eşitlik kullanılarak yapılmaktadır (Ansari vd., 2020, s. 480)

$$w_j = \frac{w^l + 4w^m + w^u}{6} \quad (4)$$

Bulanık SWARA Yöntemi ile ilgili Literatür

Literatürde bulanık SWARA ile ilgili çalışmalara 2016 yılından itibaren rastlanmaktadır. Keršulienė vd. (2016) personel seçimi problemi kapsamında bulanık SWARA-ARAS yöntemlerini kullanmıştır. Karabasevic vd. (2016) de aynı konuya ilişkin olarak bulanık SWARA-ARAS yöntemlerini kullanmıştır. Petrović vd. (2019) tedarikçi seçiminde bulanık SWARA-bulanık TOPSIS yöntemlerini ele almış ve sonuçları bulanık WASPAS-bulanık ARAS yöntemleri ile karşılaştırmıştır. Perçin (2019), dış kaynak sağlayıcı seçiminde bulanık SWARA-bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmış olup; sonuçları bulanık VIKOR ve bulanık MOORA yöntemleriyle birlikte değerlendirmiştir.

Ansari vd. (2020) tedarik zinciri risklerinin sıralanması hususuna ilişkin olarak bulanık SWARA-bulanık COPRAS yöntemlerini, Vrtagić vd. (2021) ise karayolu ağlarına ait parametrelerin değerlendirilmesine ilişkin olarak bulanık SWARA-COPRAS yöntemlerini kullanmıştır. Hashemkhani Zolfani vd. (2021) Türkiye'deki lojistik köylerin değerlendirilmesinde IMF SWARA-MABAC yöntemlerini bir arada uygulamıştır. Ghasemi vd. (2021) sürdürülebilir sağlık turizmi destinasyon seçiminde bulanık SWARA-PROMETHEE yöntemlerini kullanmıştır. Akpınar (2022), krom kaplama sektöründe makine seçimi için bulanık SWARA- bulanık ARAS yöntemlerini uygulamıştır. Ghouschi vd. (2023), İtalya'da sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda kaza sayısını azaltmak amacıyla kriter ağırlıklandırmasında bulanık SWARA yöntemini kullanmıştır. Qiu (2024), Afrika ülkelerinde iklim değişikliğiyle mücadeleyle yönelik düşük karbonlu politika seçeneklerinin önceliklendirilmesi için bulanık SWARA yöntemi kullanılmıştır. Çıkmak (2025), ilaç endüstrisinde üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarının sürdürülebilirlik çerçevesinde seçiminde, kriter ağırlıklandırma aşamasında bulanık SWARA yöntemine başvurmuştur.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri hastanelerde karar verici konumundaki 19 uzman ile yapılan görüşmeler neticesinde yarı yapılandırılmış formlar aracılığı ile veri elde edilmiştir.

Araştırma Grubu ve Verilerin Toplanması

Tablo 2. 100 Yatak Üzeri Özel Hastanede Çalışan Uzmanların Demografik Bilgileri

	Yaş	Eğitim Durumu	Meslek	Uzmanlık Alanı	Tecrübe (Yıl)	Mevcut Pozisyon
KV1	35-39	Lisans	Çevre Mühendisi	Mühendislik	14	Çevre İşleri Müdürü
KV2	35-39	Lisans	Çevre Mühendisi	Mühendislik	7	Mesul Müdür Yardımcısı
KV3	35-39	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	16	Destek Hizmetleri Müdürü
KV4	35-40	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	11	Yönetici
KV5	35-39	Lisans	Temizlik Hizmetleri Şefi	Destek Hizmetleri	10	Temizlik Hizmetleri Şefi
KV6	40-44	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	10	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü
KV7	35-39	Lisans	Temizlik Hizmetleri Şefi	Destek Hizmetleri	15	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü
KV8	45-49	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	7	Destek Hizmetleri
KV9	35-39	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	8	Yönetici
KV10	30-34	Ön Lisans	Temizlik Hizmetleri Şefi	Destek Hizmetleri	5	Temizlik Hizmetleri Şefi
KV11	35-39	Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	15	Yönetici
KV12	35-39	Yüksek Lisans	Yönetici – Mühendis	Sağlık İdareciliği	14	Mesul Müdür
KV13	35-39	Lisans	Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	17	Yönetici
KV14	35-39	Lisans	Teknik Hizmetler Müdürü	Teknik Hizmetleri	22	Mühendis
KV15	40-44	Yüksek Lisans	Tıbbi Atık Yöneticisi	Destek Hizmetleri	8	Yönetici
KV16	35-39	Lisans	Otelcilik ve Destek Hizmetleri Müdürü	Destek Hizmetleri	15	Yönetici
KV17	35-39	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	13	İdari Hizmetler Şefi
KV18	35-39	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	9	Mesul Müdür
KV19	40-44	Yüksek Lisans	Hastane Yöneticiliği	Sağlık İdareciliği	11	Mesul Müdür

Sürdürülebilir atık bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi amacıyla 19 uzmandan elde edilen veriler, beş ile yirmi iki yıl arasında iş tecrübesine sahip karar verme grubu tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanlar; sağlık idarecisi, mesul müdür, idari işler müdürü, çevre işleri müdürü ve mühendis konumundaki yöneticilerden oluşmaktadır. Uzmanlara ait demografik bilgiler Tablo 2’de yer almaktadır.

Verilerin Analizi

Bu bölümde 100 yatak üzeri hastanelerde yer alan karar verici konumundaki uzmanlardan elde edilen veriler doğrultusunda tespit edilen kriterlere ait ağırlık hesaplamalarına yer verilmiştir. Sürdürülebilir atık bertaraf yöntemlerinin seçimiyle ilgili olarak literatürde yer alan değerlendirme kriterleri incelenmiş olup; çalışma kapsamında kullanılan kriterler Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Atık Bertarafı Yöntemi Seçiminde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri

Kriter		Açıklama	Literatür
Ekonomik Kriterler			
C11	Sermaye Maliyeti	Bertaraf yönteminin kullanımına ilişkin parasal değer.	Liu vd., 2020; Makan ve Fadili, 2020.
C12	İşletme Maliyeti	Bertaraf teknolojisinin amortisman ve, malzeme giderleri.	Jiang vd., 2012; Manupati vd., 2021.
C13	Ton Başına Net Maliyet	Bertaraf teknolojisinin üretilen atık ton başına toplam yıllık maliyeti.	Mi vd., 2021.
C14	Alan Gereksinimi	Yöntemin uygulanması için gerekli alan (metrekare bazında).	Makan ve Fadili, 2020; Chang ve Utama, 2020.
C15	Nakliye ve Bakım Maliyeti	Atıkların aktarma merkezi, stok alanları, bertaraf merkezlerine taşınmasına ilişkin parasal değer.	Liu vd., 2020; Arıkan vd., 2015.
C16	Altyapı Gereksinimi	Bertaraf teknolojisi için gerekli olan tesisat, konteyner ve/veya geçici depolama tesisi ihtiyacı.	Manupati vd., 2021; Yıldız vd., 2020.
Çevresel Kriterler			
C21	Enerji Geri Kazanımı	Ton başına kazanılabilen enerji ya da kaynak miktarı.	Wu vd., 2019
C22	Atık Artıkları	Bertaraf işleminden sonra kalan atık miktarının ton cinsinden ifadesi.	Kargar vd., 2020;
C23	Enerji Tüketimi	Kg atık başına tüketilen enerji miktarı.	Liu vd., 2020; Büyüközkan ve Göçer, 2017.
C24	Su Tüketimi	Kg atık başına tüketilen su miktarı.	Hasan ve Rahman, 2018.
C25	Mikrobiyal İnaktivasyon	Tıbbi atıkların hastalık yapıcı mikroorganizmaları azaltma miktarı.	Liu vd., 2020; Chang ve Utama, 2020.
C26	Kaynak Kurtarma Yeteneği	Bertaraf teknolojisinin, atıkları girdi olarak kullanma miktarı.	Makan ve Fadili, 2020.

C27	Tehlikeli Malzeme Kullanımı	Atık bertarafı sırasında kullanılan tehlikeli malzeme kullanım oranı.	Hasan ve Rahman, 2018.
C28	Bertaraf Etkinliği	Bertaraf teknolojisinin; atık azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım potansiyeli.	Liu vd., 2020.
Teknik Kriterler			
C31	Teknik Güvenilirlik	Bertaraf teknolojisinin teknik olarak güvenilir olma durumu.	Adar ve Delice, 2019; Makan ve Fadili, 2020.
C32	Hacim Azaltma	Atık bertaraf teknolojisinin atık kütesini azaltabilme oranı. (ton başına)	Chang ve Utama, 2020.
C33	Otomasyon Seviyesi	Sistemin otomasyon seviyesi ve karmaşıklığı	Makan ve Fadili, 2020.
C34	Bertaraf sistemi Kapasitesi	Birim zamanda işlenen atık miktarı (ton) (kg/saat)	Arıkan vd. 2015.
C35	Kalifiye İnsan Kaynağı Gerekisini	Atık bertaraf tesisleri için yaklaşık kalifiye personel sayısı.	Adu vd., 2025.
C36	Bertaraf Süresi	Ton başına bertaraf süresi.	Voudrias vd., 2016
C37	Bertaraf Edilebilen Atık Çeşidi	Bertaraf teknolojisinin kaç atık türünde etkili olduğu. (katı atık - sıvı atık)	Büyüközkan ve Göçer, 2017; Jiang vd., 2012.
Ergonomik Kriterler			
C41	Gürültü	Bertaraf işlemi sırasında tesis içi gürültü ölçümü. (L _{gag} cinsinden ölçülür.)	Adar ve Delice, 2019; Liu vd., 2020.
C42	Koku	Standart koşullardaki 1 m ³ gaz içinde bulunan koku birimi. (KB/m ³)	Makan ve Fadili, 2020.
C43	Çalışan Riskleri	Çalışanların riske maruz kalma derecesi.	Mi vd., 2021.
Emisyon Kriterleri			
C51	İnsan Toksisitesi	Toksik maddelerin, örneğin dioksinler ve toksik ağır metallerin insan sağlığı üzerindeki etkileri.	Alamu vd., 2021.
C52	Su Ekotoksisitesi	Yer altı sularına salınan tehlikeli atık miktarı.	Alamu vd., 2021.
C53	Karasal Ekotoksisite	Katı atıkların uygun olmayan şekilde atılması.	Adar ve Delice, 2019.
C54	Hava Toksisitesi	Bertaraf sırasında oluşan hava kirleticilerinin oranı.	Arıkan vd., 2015.
Sosyal Kriterler			
C61	Halk tarafından Kabul Edilebilirlik	Bertaraf teknolojisinin sosyal çevre tarafından kabul edilmesi durumu.	Rekik, 2025.
C62	İstihdam Yaratma	Bertaraf sisteminde çalışan personel sayısı.	Belhadi vd., 2020; Büyüközkan ve Göçer, 2017.
C63	Çevre Politikasına Uyum	Çok taraflı çevre anlaşmalarına uyum, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) politikalarıyla tutarlılık.	Dursun vd., 2011; Jiang, 2012.

IMF- SWARA Yöntemi ile 100 Yatak üzeri Hastanelerde Bulunan Karar Vericilere ait Kriter Ağırlıkları

Çalışmada, uzmanlardan alınan görüşler kapsamındaki IMF-SWARA yöntemi ile tespit edilen ana kriter ağırlıklandırmalarına Tablo 4’te yer verilmiştir.

Tablo 4. 100 Yatak Üzeri Hastaneler İçin KV1’e Ait Ana Kriter Ağırlıkları

	İfade	<i>sj</i>			<i>kj</i>			<i>qj</i>			<i>wj</i>			Kriter Ağırlığı
C2	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,273	0,288	0,307	0,289
C4	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,750	0,775	0,800	0,205	0,223	0,246	0,225
C6	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,536	0,581	0,620	0,146	0,168	0,191	0,168
C5	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,415	0,465	0,507	0,113	0,134	0,156	0,134
C1	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,311	0,361	0,406	0,085	0,104	0,125	0,105
C3	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,241	0,288	0,332	0,066	0,083	0,102	0,084

100 yatak üzeri hastanede bulunan karar verici konumundaki uzmanlardan KV1’e ait alt kriter ağırlıklandırmalarına Tablo 5’te yer verilmiştir.

Tablo 5. 100 Yatak Üzeri Hastaneler İçin KV1’e Ait Alt Kriter Ağırlıkları

	İfade	<i>sj</i>			<i>kj</i>			<i>qj</i>			<i>wj</i>			Kriter Ağırlığı
C12	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,270	0,284	0,302	0,285
C11	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,775	0,800	0,818	0,209	0,227	0,247	0,228
C15	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,554	0,600	0,634	0,149	0,170	0,192	0,170
C16	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,415	0,465	0,507	0,112	0,132	0,153	0,132
C13	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,322	0,372	0,415	0,087	0,106	0,126	0,106
C14	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,241	0,288	0,332	0,065	0,082	0,100	0,082
C25	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,213	0,225	0,241	0,226
C21	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,750	0,775	0,800	0,159	0,174	0,192	0,175
C24	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,750	0,775	0,800	0,159	0,174	0,192	0,175
C27	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,536	0,581	0,620	0,114	0,131	0,149	0,131
C23	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,415	0,465	0,507	0,088	0,105	0,122	0,105
C26	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,311	0,361	0,406	0,066	0,081	0,098	0,082
C22	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,222	0,270	0,315	0,047	0,061	0,076	0,061
C28	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,172	0,216	0,257	0,037	0,049	0,062	0,049
C37	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,267	0,288	0,317	0,291
C33	LS	0,290	0,333	0,400	1,290	1,333	1,400	0,714	0,750	0,775	0,191	0,216	0,246	0,218
C36	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,536	0,581	0,620	0,143	0,167	0,197	0,169

C34	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,415	0,465	0,507	0,111	0,134	0,161	0,135
C35	DLS	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,208	0,279	0,338	0,056	0,080	0,107	0,081
C31	WLS	0,222	0,250	0,29	1,222	1,250	1,29	0,161	0,223	0,277	0,043	0,064	0,088	0,065
C32	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,121	0,173	0,221	0,032	0,050	0,070	0,051
C43	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,412	0,429	0,455	0,432
C41	MLS	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,247	0,286	0,325	0,286
C42	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,600	0,667	0,714	0,247	0,286	0,325	0,286
C54	EÖ	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,289	0,294	0,301	0,295
C51	WLS	0,222	0,250	0,290	1,222	1,250	1,290	0,775	0,800	0,818	0,224	0,235	0,246	0,235
C52	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,775	0,800	0,818	0,224	0,235	0,246	0,235
C53	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,775	0,800	0,818	0,224	0,235	0,246	0,235
C63	ES	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,455	0,462	0,471	0,462
C61	MDLS	0,250	0,290	0,333	1,250	1,290	1,333	0,750	0,775	0,800	0,341	0,358	0,376	0,359
C62	ALS	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,375	0,388	0,400	0,17	0,179	0,188	0,179

Bulgular

Karar vericilerden alınan görüşler doğrultusunda elde edilen kriter ağırlıkları, aritmetik ortalama ile bütünleştirilmiştir. Karar vericilere ait ana kriter ve alt kriterlerin IMF-SWARA yöntem ile analiz edilmesi neticesinde sonuçlar global ağırlıklar ile çarpılmış ve aritmetik ortalama kullanılarak kriterlerin önem sıralamaları oluşturulmuştur. Bu bölümde uzmanlardan elde edilen veriler doğrultusunda ana kriter ve alt kriterlerin önem sıralamasına ve kriterler ilişkin global ağırlıklarına yer verilmiştir.

Ana Kriterlerin Sıralanması

Çalışmada önem ağırlıklarına göre ana kriterler sırasıyla; en önemli ana kriter çevresel (C2) kriter olmak üzere emisyon (C5), ergonomik (C4), teknik (C3), ekonomik (C1), sosyal (C6) kriter şeklindedir. Ana kriterlere ait bulgulara Tablo 6’da yer verilmiştir.

Tablo 6. 100 Yatak Üzeri Hastaneler İçin Ana Kriter Sıralaması

	Ana Kriterler	Ağırlık	Sıralama
C1	Ekonomik	0,147	5
C2	Çevresel	0,271	1
C3	Teknik	0,150	4
C4	Ergonomik	0,167	3
C5	Emisyon	0,182	2
C6	Sosyal	0,086	6

Alt Kriterlerin Sıralanması

100 yatak üzeri hastanelere ait alt kriterlerin hesaplamalarında en önemli ilk 7 kriter sırasıyla; çalışan riskleri (C43), insan toksisitesi (C51), koku (C42), karasal ekotoksiste (C53), gürültü (C41), su ekotoksitesisi (C52) ve çevre politikasına uyum (C63) olarak belirlenmiştir. Alt kriterlere ilişkin veriler Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7. 100 Yatak Üzeri Hastaneler İçin Alt Kriter Sıralaması

	Ana Kriterler	Ağırlık	Sıralama
C43	Çalışan Riskleri (Ergonomik)	0,068	1
C51	İnsan Toksisitesi (Emisyon)	0,052	2
C42	Koku (Ergonomik)	0,051	3
C53	Karasal Ekotoksiste (Emisyon)	0,051	4
C41	Gürültü (Ergonomik)	0,049	5
C52	Su Ekotoksitesisi (Emisyon)	0,044	6
C63	Çevre Politikasına Uyum (Sosyal)	0,036	7

Yüz Yatak üzeri Hastanelere ait Kriterlerin Global Ağırlıkların Hesaplanması

Kriterlerin global ağırlıkları hesaplanırken karar vericiler için ağırlıklar hesaplanmış; alt kriterler ile ana kriter ağırlıkları çarpılarak global ağırlıkların hesaplanması yapılmıştır. 100 yatak üzeri hastaneler için ekonomi (C1) ana kriterinin en önemli alt kriteri sermaye maliyeti (C11) iken en az önemli kriteri alan gereksinimi (C14) olarak bulunmuştur. Çevresel ana kriterinin en önemli alt kriteri enerji tüketimi (C23) iken en az önemli kriteri mikrobiyal inaktivasyon (C25) miktarı olmuştur. Teknik ana kriterinin en önemli alt kriteri bertaraf sistem kapasitesi (C34) iken en az önemli kriteri kalifiye insan kaynakları (C35) olarak bulunmuştur. Ergonomi ana kriterinin en önemli alt kriteri çalışan riskleri (C43) iken en az önemli kriteri gürültü (C41) olarak belirlenmiştir. Emisyon ana kriterinin en önemli alt kriteri insan toksisitesi (C51) iken en az önemli kriteri hava toksisitesi (C54) olarak belirlenmiştir. Sosyal ana kriterinin en önemli alt kriteri çevre politikasına uyum (C63) iken en az önemli kriteri istihdam yaratma (C62) olarak belirlenmiştir. Yapılan işlem neticesinde kriterlerin global ağırlık hesaplamalarına Tablo 8’de yer verilmiştir.

Tablo 8. 100 Yatak Üzeri Hastanelere Ait Kriterlerin Ait Global Ağırlıkların Hesaplanması

Global Ağırlıklar					
	l	m	u	Kriter Ağırlığı	Sıralama
C11	0,027	0,034	0,043	0,034	10
C12	0,020	0,026	0,034	0,027	21
C13	0,023	0,029	0,037	0,030	16
C14	0,018	0,023	0,031	0,024	24

C15	0,012	0,017	0,023	0,017	30
C16	0,013	0,018	0,025	0,019	28
C21	0,028	0,035	0,044	0,035	8
C22	0,027	0,028	0,036	0,03	14
C23	0,029	0,031	0,039	0,033	11
C24	0,028	0,03	0,037	0,032	12
C25	0,025	0,026	0,033	0,028	20
C26	0,026	0,027	0,035	0,029	17
C27	0,028	0,029	0,037	0,032	13
C28	0,025	0,027	0,034	0,029	18
C31	0,015	0,02	0,027	0,021	26
C32	0,019	0,025	0,033	0,026	22
C33	0,014	0,019	0,026	0,02	27
C34	0,023	0,029	0,038	0,03	15
C35	0,011	0,015	0,021	0,016	31
C36	0,012	0,017	0,024	0,018	29
C37	0,018	0,024	0,032	0,024	23
C41	0,038	0,049	0,061	0,049	5
C42	0,04	0,051	0,064	0,052	3
C43	0,056	0,067	0,082	0,068	1
C51	0,044	0,052	0,062	0,053	2
C52	0,036	0,044	0,053	0,044	6
C53	0,043	0,051	0,06	0,051	4
C54	0,028	0,035	0,043	0,035	9
C61	0,021	0,028	0,037	0,029	19
C62	0,016	0,022	0,029	0,022	25
C63	0,028	0,036	0,047	0,037	7

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Sürdürülebilir atık yönetimi kapsamında tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin seçimi ile ilgili İstanbul ilinde faaliyet gösteren 100 yatak üzeri hastanelere ait kriter ağırlıkları IMF-SWARA yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmada tıbbi atık bertarafında kullanılan kriterler; ekonomik, çevresel, teknik, ergonomik, emisyon ve sosyal olmak üzere altı ana kriter ve 31 alt kriter çerçevesinde incelenmiştir.

100 yatak üzeri 19 hastane için uzman görüşleri kapsamında elde edilen verilerin analizi sonucunda en önemli ana kriter, 0,271 ağırlık katsayısı ile çevresel (C2) kriter olarak tespit edilmiş olup; çevresel kriteri 0,182 ile emisyon (C5), 0,167 ile ergonomi (C4), 0,151 ile teknik (C3), 0,148 ile ekonomik (C1) ve 0,087 ile sosyal kriter (C6) takip etmiştir. Bu çalışma ile benzer şekilde Tayvan’da 2024 yılında Chang vd. tarafından yapılan bir çalışmada, sürdürülebilirliği ve küresel çevre standartlarına uyumu sağlamak amacıyla atık yönetimi konusundaki yatırımların çevresel düzeyde yapılmasına öncelik verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Çalışmada su kaynağı kullanımı, hava emisyonları, sera gazı emisyonları, yenilenebilir enerji kaynağı ve atık yönetimi

dahil olmak üzere çevresel ve emisyon kriterlerinin altındaki göstergelerin sürdürülebilirlik ile ilgili gelişimi üzerinde en önemli etkiyi yarattığı belirtilmiştir. Raffie vd.'nin 2017 yılındaki çalışmasına göre en önemli atık bertaraf kriterlerinin çevresel kriter olduğu tespit edilmiştir. Büyüközkan ve Göçer'in 2017 yılındaki çalışmasında en önemli bertaraf kriterleri çevresel kriter olarak tespit edilmiştir. Badi ve Kridish'in 2020 yılındaki çalışmasında, bu araştırma ile uyumlu olarak en önemli bertaraf kriterleri çevresel ve ekonomik kriter olarak tespit edilmiştir.

Atık yönetimi, faaliyetleri toplumu etkileyen kritik bir sektördür ve atık yönetimi için ÇKKV yöntemleri ağırlıklı olarak çevresel ve ekonomik kriterler üzerinde yaygınlaşmıştır. Özellikle nitel özellikteki sosyal kriterlerin ölçülmesi zor olabilmektedir. Bu husus kriter değerlendirmesinin nesnel ya da öznel olması ile ilişkili olabilmektedir. Bu kriterlerin ölçümü sayısal olarak ölçülebilen kriterlere göre daha zordur (Gutierrez Lopez, 2023, s. 9).

Birleşmiş Milletler ve İsviçre Dışişleri Bakanlığı'nın tanımlarına göre, atık yönetiminde sürdürülebilirliğin çevresel boyutu; iklim değişikliğiyle ilişkili riskler, çevre kirliliği ve atık azaltma çabaları, sivil toplumun şeffaflık ve sorumlu yönetim konusundaki çevre hizmetleri ve yeşil ürünler için yeni pazarlara yanıt verme gibi konuları kapsaması bakımından önemlidir (Chang, 2024, s. 259).

100 yatak üzeri hastanelerde sosyal kriterler (C6) 0,087 ağırlık katsayısı ile kriter ağırlığı en az olan kriter olarak ön plana çıkmaktadır. Sosyal kriterlerin ölçülemez olması, karar vericilerin öznel değerlendirmelerin tabi olması ve kültürel değişkenlikler nedeni ile daha az önemli kriter ağırlığına sahip olduğu düşünülmektedir.

100 yatak üzerindeki hastaneler için alt kriterlerin önem derecelerine bakıldığında; ekonomi (C1) ana kriterinin en önemli alt kriterinin 0,230 kriter ağırlığı ile sermaye maliyeti (C11) olduğu, en az önemli alt kriterinin ise 0,113 kriter ağırlığı ile alan gereksinimi (C15) olduğu tespit edilmiştir. Oyewale'nin 2024 yılındaki çalışmasında, sermaye maliyeti kriterinin çalışmamızla benzer şekilde en yüksek alt kriter ağırlığına sahip olduğu görülmüştür.

Çevresel (C2) ana kriterinin en önemli alt kriterinin 0,135 ile enerji tüketimi (C23) olduğu, en az önemli alt kriterinin ise 0,116 ağırlık puanı ile mikrobiyal inaktivasyon miktarı (C25) olduğu tespit edilmiştir. Nižetić vd.'nin 2019 yılında enerji verimliliği,

sürdürülebilir kaynak kullanımının ve atık yönetiminin teşviki ile ilgili çalışmasında; atık yönetiminde en önemli sorunun enerji tüketimi ve çevresel etkilerle ilgili olduğu belirtilmiştir. Verimli bir atık yönetim sistem stratejisi yürütmek suretiyle atıkların değerli kaynak olarak değerlendirilerek enerji verimliliğinin sağlanabileceği hususları ele alınmıştır.

Teknik ana kriterler (C3) içinde en yüksek kriter ağırlığına sahip alt kriter 0,196 değeri ile bertaraf sistem kapasitesi (C34) olarak en az önemli kriter ise 0,102 değeri ile kalifiye insan kaynağı gereksinimi (C35) olarak ön plana çıkmaktadır. Van ve Nham'nin 2024 yılında yaptığı makale çalışmasında, atık bertaraf sistem kapasitesi kriteri ve önemli teknik kriter olarak ele alınmış, bertaraf sistem kapasitesinin yetersiz olmasının atık yönetimine olan olumsuz etkilerinden bahsedilmiştir.

Ergonomi ana kriteri (C4) içinde en yüksek kriter ağırlığı 0,406 ile çalışan riskleri (C43) ve 0,292 ile (C41) gürültü kriteri olmuştur. Khatr vd. tarafından 2025 yılında yapılan çalışmada katı atık yönetiminde çalışan personellerin önemli fiziksel stres, bel, sırt ve kas iskelet sistemi problemleri ve eğitim eksikliği gibi hususların çalışanların sağlık risklerini arttırdığı belirtilmiştir.

Emisyon ana kriteri (C5) kapsamında en önemli alt kriter 0,287 ile insan toksisitesi (C51) iken en az önemli alt kriter 0,191 ile hava toksisitesi (C54) olarak ön plana çıkmıştır. Xu tarafından 2025 yılında yayınlanan araştırma ile etkin şekilde yönetilemeyen atık bertaraf uygulamalarının özellikle gelişmekte olan ülkelerde insanlar sağlığını tehlikeli atıklara maruz bırakarak doğrudan tehdit ettiğini, tehlikeli atıkların insan sağlığı ve ekosistemler için önemli riskler oluşturduğunu ve doğru şekilde yönetilen atık bertaraf yönetimi uygulamaları ile maruziyetin azaltılarak ve halk sağlığının iyileştirebileceği hususu belirtilmiştir.

Sosyal ana kriterinin (C6) incelenmesi neticesinde, 0,421 ile en önemli alt kriter çevre politikasına uyum (C63) olduğu en az önemli alt kriterin ise 0,253 kriter ağırlığı ile istihdam yaratma (C62) olduğu görülmüştür.

100 yatak üzeri hastanelere ait global ağırlıklarına bakıldığında; en önemli beş kriter; çalışan riskleri (C43), insan toksisitesi (C51), koku (C42), karasal ekotoksites (C53) ve gürültü (C41) olarak sıralanmıştır. En az önemli kriter ise 0,0158 ile kalifiye insan kaynağı gereksinimi (C35) olarak tespit edilmiştir. Ergonomi ana kriteri kapsamında

altında incelenen çalışan riskleri kriteri, 100 yatak üzeri hastanelerde günlük atık üretiminin yüksek olmasından dolayı atık çeşitliliğinin artması, çalışanların atıkla temas riskinin artmasının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Global ağırlık hesaplamalarında ergonomi ve emisyon kriterlerinin ön planda olduğu görülmüş olup; 100 yatak üzeri hastanelerde bertaraf sisteminin karmaşıklığından dolayı kimyasal buhar kaçakları, basınçlı ekipman arızaları veya tıbbi kesici-delici yaralanmalara neden olabileceği bu nedenle yüksek atık miktarı nedeni ile bu iki kriter daha önemli hale gelmiştir. 100 yatak üzeri hastanelerin sürdürülebilirlik kapsamında uluslararası anlaşma ve yasal mevzuatlara daha sık tabi olması nedeniyle de yeşil hastane uygulamaları kapsamında emisyon kriteri önem teşkil etmektedir.

Bu araştırma, sürdürülebilir atık bertaraf yöntemlerinin seçim kriterlerinin değerlendirilmesiyle ilgili bir model sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın sürdürülebilir tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin seçimine giden süreçte kriterlerin öneminin belirlenmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlerleyen zamanlarda yapılacak çalışmalarda sürdürülebilir atık yönetimi kapsamındaki daha farklı göstergeler kriter olarak kullanılabilir. Uzman görüşleri alınmasındaki zorluklarla aşılabılırsa Delphi vb. yöntemler de kullanılarak birkaç aşamadan oluşan bir değerlendirme çerçevesi kurgulanabilir. Ayrıca farklı bulanık karar verme yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

Kaynakça

- Adar, T., & Delice, E. K. (2019). New integrated approaches based on MC-HFLTS for healthcare waste treatment technology selection. *Journal of Enterprise Information Management*, 32(4), 688–711. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2019-0007>
- Adu, T. F., Mensah, L. D., Rockson, M. A. D., & Kemausuor, F. (2025). Decision support systems for waste-to-energy technologies: A systematic literature review of methods and future directions for sustainable implementation in Ghana. *Heliyon*, 11(3), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42353>
- Akpınar, M. E. (2022). Machine selection application in a hard chrome plating industry using fuzzy SWARA and fuzzy ARAS methods. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 29(1), 107–119. <https://doi.org/10.18657/yonveek.848811>

- Alamu, S. O., Wemida, A., Tsegaye, T., & Oguntimein, G. (2021). Sustainability assessment of municipal solid waste in Baltimore USA. *Sustainability*, 13(4), 1915. <https://doi.org/10.3390/su13041915>
- Ansari, Z. N., Kant, R., & Shankar, R. (2020). Evaluation and ranking of solutions to mitigate sustainable remanufacturing supply chain risks: A hybrid fuzzy SWARA-fuzzy COPRAS framework approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 13(6), 473–494. <https://doi.org/10.1080/19397038.2020.1758973>
- Amos, O. O., Abiodun, O. A., Olalekan, O. E., Opeodu, O. T., & Ademola, A. (2024). Evaluating urban service delivery in Lagos State Nigeria: A bid to enhance sustainable waste management. *Discovery*, 60, e7d1405. <https://doi.org/10.54905/disssi.v60i334.e7d1405>
- Arıkan, E., Şimşit-Kalender, Z. T., & Vayvay, Ö. (2017). Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 142, 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.142>
- Askarian, M., Heidarpour, P., & Assadian, O. (2010). A total quality management approach to healthcare waste management in Namazi Hospital, Iran. *Waste Management*, 30(11), 2321–2326. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.06.020>
- Aung, T. S., Luan, S., & Xu, Q. (2019). Application of multi-criteria-decision approach for the analysis of medical waste management systems in Myanmar. *Journal of Cleaner Production*, 222, 733–745. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.049>
- Aydın, N. (2021). A comprehensive waste management simulation model for the assessment of waste segregation in the health sector. *Environmental Engineering and Management Journal*, 20(11), 1731–1738. http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol20/no11/Full/3_86_Aydın_21.pdf

- Badi, I., & Kridish, M. (2020). Landfill site selection using a novel FUCOM-CODAS model: A case study in Libya. *Scientific African*, 9, e00537, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00537>
- Bakkaloğlu, E. B. (2022). *Yaşam döngüsü analizi ile sürdürülebilir katı atık yönetimi: Kocaeli ili örneği* (Tez No. 726774) [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Barbero, S., & Pallaro, A. (2017). Systemic design for sustainable healthcare. *The Design Journal*, 20, 2475–2484. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352762>
- Bucătaru, C., Săvescu, D., Repanovici, A., Blaga, L., Coman, E., & Cocuz, M. E. (2021). The implications and effects of medical waste on development of sustainable society—A brief review of the literature. *Sustainability*, 13(6), 3300. <https://doi.org/10.3390/su13063300>
- Büyüközkan, G., & Gocer, F. (2017). An intuitionistic fuzzy MCDM approach for effective hazardous waste management. *Intelligence systems in environmental management: Theory and applications* (s. 21–40) içinde. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42993-9_2
- Ciplak, N., & Barton, J. R. (2012). A system dynamics approach for healthcare waste management: A case study in Istanbul Metropolitan City, Turkey. *Waste Management & Research*, 30(6), 576–586. <https://doi.org/10.1177/0734242X12443405>
- Chang, C., & Utama, D. N. (2020). Advanced fuzzy eco-DSM for medical waste treatment. *ICIC Express Lett.*, 14, 1139–1146. <http://dx.doi.org/10.24507/icicel.14.12.1139>
- Chang, H. W., Lin, Y. L., & Wey, W. M. (2024). Advancing sustainability: Development of an ESG evaluation framework for Taiwan's science parks. *Challenges in Sustainability*, 12(4), 255–272. <https://doi.org/10.12924/cis2024.12040255>
- Çavmak, Ş., Çavmak, D., & Yaşa, E. (2024). Sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirlik düzeyini belirleyen faktörlerin önceliklendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, 58(2), 263–282. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1386655>

- Çıkmak, S. (2025). Sustainable 3PL Service Provider Selection in the Pharmaceutical Industry Using Fuzzy-Based SWARA and MAIRCA Methods. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(1), 306–333. <https://doi.org/10.11616/asbi.1585792>
- Ertaş, H., & Güden, M. A. (2019). Hastanelerde tıbbi atık yönetimi. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi* (1), 53–67. <https://doi.org/10.35375/sayod.541876>
- Ghasemi, P., Mehdiabadi, A., Spulbar, C., & Birau, R. (2021). Ranking of sustainable medical tourism destinations in Iran: An integrated approach using fuzzy SWARA-PROMETHEE. *Sustainability*, 13(2), 683. <https://doi.org/10.3390/su13020683>
- Gutierrez-Lopez, J., McGarvey, R. G., Costello, C., & Hall, D. M. (2023). Decision support frameworks in solid waste management: A systematic review of multi-criteria decision-making with sustainability and social indicators. *Sustainability*, 15(18), 13316. <https://doi.org/10.3390/su151813316>
- Hasan, M. M., & Rahman, M. H. (2018). Assessment of healthcare waste management paradigms and its suitable treatment alternative: A case study. *Journal of Environmental and Public Health*, <https://doi.org/10.1155/2018/6879751>
- Hashemkhani Zolfani, S., & Bahrami, M. (2014). Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 534–553. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.881435>
- Hashemkhani Zolfani, S. H., Görçün, Ö. F., & Küçükönder, H. (2021). Evaluating logistics villages in Turkey using hybrid improved fuzzy SWARA (IMF SWARA) and fuzzy MABAC techniques. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(6), 1359–1380. <https://doi.org/10.3846/tede.2021.16004>
- Jiang, C., Ren, Z., Tian, Y., & Wang, K. (2012). Application of best available technologies on medical wastes disposal/treatment in China (with case study). *Procedia Environmental Sciences*, 16, 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.10.036>

- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Stanujkic, D. (2016). The framework for the selection of personnel based on the SWARA and ARAS methods under uncertainties. *Informatica*, 27(1), 49–65. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2016.76>
- Kargar, S., Paydar, M. M., & Safaei, A. S. (2020). A reverse supply chain for medical waste: A case study in Babol healthcare sector. *Waste Management*, 113, 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.041>
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243–258.
- Khatri, S., Shah, G. K., Bhandari, P., Koirala, S., Neupane, K., Bhattarai, N., ... & Neupane, D. (2025). Musculoskeletal disorders and other occupational health outcomes among sanitation workers in Nepal: A community-based cross-sectional survey exploring the risk factors, knowledge, and practices. *BMC Public Health*, 25(1), 1273. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-02236-0>
- Liu, H., Li, J., Zhang, Z., Cao, X., Zhu, J., & Chen, W. (2020). Establishing an interval-valued fuzzy decision-making method for sustainable selection of healthcare waste treatment technologies in the emerging economies. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22, 501–514. <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00938-5>
- Liu, M., Cao, J., Liang, J., & Chen, M. (2020). Basic concept of epidemic-logistics. M. Liu, J. Cao, J. Liang, & M. Chen (Ed.), *Epidemic-logistics modeling: A new perspective on operations research* (s. 1–12) içinde. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7990-0_1
- Makan, A., & Fadili, A. (2020). Sustainability assessment of large-scale composting technologies using PROMETHEE method. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121244. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121244>
- Mardani, A., Nilashi, M., Zakuan, N., Loganathan, N., Soheilrad, S., Saman, M. Z. M., & Ibrahim, O. (2017). A systematic review and meta-analysis of SWARA and WASPAS methods: Theory and applications with recent fuzzy developments.

Applied Soft Computing, 57, 265–292.
<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.03.045>

Manupati, V. K., Ramkumar, M., Baba, V., & Agarwal, A. (2021). Selection of the best healthcare waste disposal techniques during and post COVID-19 pandemic era. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125175.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125175>

Mi, X., Tian, Y., & Kang, B. (2021). A hybrid multi-criteria decision making approach for assessing healthcare waste management technologies based on soft likelihood function and D-numbers. *Applied Intelligence*, 51, 1–20.
<https://doi.org/10.1007/s10489-021-02356-7>

Nižetić, S., Djilali, N., Papadopoulos, A., & Rodrigues, J. J. (2019). Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management. *Journal of Cleaner Production*, 231, 565–591.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.282>

Olaifa, A., Govender, R. D., & Ross, A. J. (2018). Knowledge, attitudes and practices of healthcare workers about healthcare waste management at a district hospital in KwaZulu-Natal. *South African Family Practice*, 60(5), 137–145.
<https://doi.org/10.4102/safp.v60i5.4569>

Qiu, Y. J., Bouraima, M. B., Badi, I., Stević, Ž., & Simic, V. (2024). A decision-making model for prioritizing low-carbon policies in climate change mitigation. *Challenges in Sustainability*, 12(1), 1–17. <http://dx.doi.org/10.56578/cis120101>

Oyewale, J. A., Tartibu, L. K., & Okokpujie, I. P. (2024). Decision analysis approaches on the collection methods of polyethylene terephthalate waste. *Recycling*, 9(6), 124. <https://doi.org/10.3390/recycling9060124>

Petrović, G., Mihajlović, J., Čojbašić, Ž., Madić, M., & Marinković, D. (2019). Comparison of three fuzzy MCDM methods for solving the supplier selection problem. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 17(3), 455–469.
<https://doi.org/10.22190/FUME190420039P>

- Perçin, S. (2019). An integrated fuzzy SWARA and fuzzy AD approach for outsourcing provider selection. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(2), 531–552. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0247>
- Pongrácz, E., & Pohjola, V. J. (2004). Re-defining waste, the concept of ownership and the role of waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 40(2), 141–153. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(03\)00057-0](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(03)00057-0)
- Rafiee, A., Yaghmaeian, K., Hoseini, M., Parmy, S., Mahvi, A., Yunesian, M., ... & Nabizadeh, R. (2016). Assessment and selection of the best treatment alternative for infectious waste by modified Sustainability Assessment of Technologies methodology. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 14(1), 1–14 <https://doi.org/10.1186/s40201-016-0251-1>
- Rekik, S., Mensah, J. H. R., & Khaleel, M. (2024). Sustainable waste management in developing countries: Applying MCDM to waste-to-energy in Tunisia. ResearchGate. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/390756398>
- Tamkoç, H., Çelik, A., Akar, E., & Yıldız, R. (2024). Sıfır Atık Projesi ile öğrencilerde oluşan atık yönetimi ve geri dönüşüm farkındalığının değerlendirilmesi. *International Journal of Social Sciences (IJSS)*, 8(33), 497–510.
- Tudor, T. L., Barr, S. W., & Gilg, A. W. (2007). Linking intended behaviour and actions: A case study of healthcare waste management in the Cornwall NHS. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(1), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.06.009>
- Van, G. N., & Nham, T. N. T. (2024). Proposing solutions to improve the effectiveness of domestic solid waste management in Ba Be district, Bac Kan province, Vietnam, *International Journal of Management and Organizational Research*, 3(6), 44–49.
- Vrtagić, S., Softić, E., Subotić, M., Stević, Ž., Đorđević, M., & Ponjavić, M. (2021). Ranking road sections based on MCDM model: New improved fuzzy SWARA (IMF SWARA). *Axioms*, 10(2), 92, 1–23, <https://doi.org/10.3390/axioms10020092>

- Voudrias, E. A. (2016). Technology selection for infectious medical waste treatment using the analytic hierarchy process. *Journal of the Air & Waste management Association*, 66(7), 663–672. <https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1162226>
- Wu, Z., Xu, J., Jiang, X., & Zhong, L. (2019). Two MAGDM models based on hesitant fuzzy linguistic term sets with possibility distributions: VIKOR and TOPSIS. *Information Sciences*, 473, 101–120. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.09.054>
- Yildiz, A., Ayyildiz, E., Taskin Gumus, A., & Ozkan, C. (2021). A framework to prioritize the public expectations from water treatment plants based on trapezoidal type-2 fuzzy AHP method. *Environmental Management*, 67(3), 439–448. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01407-2>
- Xu, H., Rangra, N., & Woo, C. D. (2025). The role of international policies in regulating and managing waste trade for sustainability. *Journal of International Crisis And Risk Communication Research*, 8(2), 13–30.