

Araştırma Makalesi / Research Article

ATIK BERTARAF TESİS YER SEÇİMİNDE ETKİLİ OLAN KRİTERLERİN FUCOM YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ramazan Eyüp GERGİN¹ 

ÖZET

Artan nüfusun etkisiyle birlikte oluşan atık miktarlarındaki değişim nedeniyle toplumlar çevresel, sosyal ve ekonomik anlamda çeşitli etkilerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle atık bertaraf tesis yerleri hem bireyler hem de ülkeler açısından daha önemli bir konumda yer almaktadır. Buna paralel olarak atıklarla mücadele konusunda karşılaşılabilecek zorluklarla mücadele edilebilmesi için atık bertaraf tesis yer seçimi çalışmalarının artırılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada temel amaç atık bertaraf tesis yer seçimi probleminde etkili olan kriterlerin belirlenerek önem derecelerinin hesaplanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda atık bertaraf tesis yer seçimini etkileyen kriterler detaylı bir literatür araştırması sonucunda belirlenmiştir. İlgili kriterlerin önem derecelerinin hesaplanmasında Full Consistency Method (FUCOM) yönteminden faydalanılmıştır. Gerçekleştirilen uygulama doğrultusunda elde edilen sonuçlara göre, atık bertaraf tesis yer seçiminde etkili olan kriterler içerisinde önem ağırlığı açısından en etkili kriterin 0,33527 önem ağırlığı ile Arazi Özellikleri (K1) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık Bertaraf, ÇKKV, FUCOM, Tesis Yer Seçimi

JEL Sınıflandırması: M19, Q29, Q50

EVALUATION OF THE CRITERIA WHICH EFFECTIVE IN LOCATION SELECTION OF THE WASTE DISPOSAL FACILITY BY FUCOM METHOD

ABSTRACT

Societies face various environmental, social and economic impacts due to the increasing population and the resulting changes in the amount of waste generated. For this reason, locations of the waste disposal facility has become important for both individuals and countries. In this context, it is important to increase the studies on the selection of waste disposal facility locations to cope with the difficulties associated with waste management. The primary aim of the study is to specify the criteria which are effective in location selection of the waste disposal facility and calculate significance level of the criteria. For this purpose, the criteria affecting waste disposal facility location selection were identified with an elaborative literature review. Full Consistency Method (FUCOM) was used to calculate importance weight of the relevant criteria. According to the results obtained in line with the application carried out, it was determined that the most effective criterion in terms of importance weight among the criteria effective in waste disposal facility site selection was Land Properties (K1) with 0.33527 importance weight.

Keywords: Waste Disposal, MCDM, FUCOM, Facility Location Selection

JEL Classification Codes: M19, Q29, Q50

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, İrfan Can Köse Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane, Türkiye, gergin@gumushane.edu.tr

EXTENDED SUMMARY

Research Questions & Purpose

The rapid growth of population and consumption affects the waste management as well as other fields. Waste disposal facility locations, which are one of the significant building blocks of the waste management, should also assort with this alteration. The primary aim of the study is to specify the criteria which effective in location selection problem of the waste disposal facility and calculate significance level of the criteria.

Literature Review

From the literature of the waste disposal facility location selection problem, it can be monitored that restricted research with various titles and different countries are investigated. Within the basis of the research problem, it can be showed with applications in which limited empirical and theoretical researchs were conducted in Turkey (Banar vd., 2007; Önüt & Soner, 2008; Şener vd., 2010; Uzun vd., 2010; Ekmekçioğlu vd., 2010; Uyan & Yalpir, 2016; Karasan vd., 2019; Sevindi vd., 2019; Özkan vd., 2020; Alkan & Kahraman, 2022; Ayyıldız & Erdoğan, 2023). When investigated as a whole of the waste disposal facility location selection literature are showed as: Multi Criteria Decision Making, Geographic Information Systems and Fuzzy Logic approaches implemented by researchers in the literature. But, Fucom method was not implemented in the any study.

Methodology

In the research, the Full Consistency Method (FUCOM) was utilized to calculate the significance level of the criteria which are effective in location selection problem of the waste disposal facility. The utilized of the FUCOM method provides make available to consistent consequences by with realization less often pairwise comparisons while specifying criterion weights. The FUCOM method is one of the novel utilized criteria-prioritizing methods in the literature. According to tissue of the study, all criteria which used in the study do not have same prioritize on the study content. By virtue of this circumstance, the FUCOM method was carried out in the study to specify the prioritizes of the criteria on Waste disposal facility locations selection problem. Also Waste disposal facility locations selection problem includes quantitative and qualitative criteria as input. Therefore, assessments which realization via the experts can be different. Due to the fact that this subjectiveness, in the study, FUCOM which is a novel MCDM technique has been utilized.

Results and Conclusion

Societies come up against various environmental, social and economic impacts due to change in the amounts of waste generated with the effect of increasing population. For this reason, locations of the waste disposal facility has been taken part to more important location for both individuals and countries. In this context, it is important to increase the studies which location selection of waste disposal facility to cope with the difficulties that in the matter of the struggle with wastes. The study aims to specify the criteria which effective in location selection of the waste disposal facility and calculate significance level of the criteria via FUCOM method

from a novel MCDM techniques. With this purpose in mind, a five-stage methodological flow is followed in the research. In the first stage, research problem was determined via research of literature. In the wake of determined research problem, the expert group has been established based on field experience. In the third stage, waste disposal facility location selection criteria were compilationed via research of literature. After compilationed of the waste disposal facility location selection criteria, waste disposal facility location selection criteria were determined by used frequency. In the last stage of the research, importance weights of waste disposal facility location selection criteria are calculated by implementing the FUCOM technique.

According to the consequences of the study's application, it has been appointed that the most significant criterion effecting the waste disposal facility location selection problem is the criterion of "K1-Land Properties" with 0.33527 importance weight. While criterion of "K1-Land Properties" is followed by "K2-Environmental Effects" with 0.18698 importance weight. It is seen that the most significant criterion in the wake of these two criteria is "K3-Economical Effects" with 0.12846 importance weight. With 0.04041 importance weight, "K9-Distance to Residential Areas" criterion was determined that the most least effective criterion thereamong the criteria that have the most least. With 0.04422 and 0,04969 importance weights, "K8- Soil and Topography" and "K7-Distance to Water Sources" criteria are other least effective criteria, respectively.

In the research, the information is acquired from a group of five experts who have experience in the sectors that exist in the research. Thus, the results of this research embody only partaking five sectors in which is existing in this research. This situation is enunciable as the first limitation in the research. Second limitation of the research be derived from intrinsically be possessed of subjectivity the FUCOM method. Last limitation of the research is the waste disposal location selection criteria were weighted by opinions of the expert group. The results could be different in the case of various waste disposal location selection evaluate criteria are ejected from or added in the research.

1. Giriş

Modern dünyada atıkların varlığı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde küresel anlamda hem çevre hem de sağlık problemi olarak görülmektedir (Kebede & Ayenew, 2023: 2). Şehirlerde artan nüfus miktarı çeşitli problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemlerin başında ise şehirlerde artan nüfusla orantılı olarak oluşan atık miktarı gelmektedir. Bireylerin yaşam tarzında son yıllarda meydana gelen tüketim odaklı değişimler ise nüfus artışı ile atık miktarında meydana gelen yükselişin daha hızlı olmasına neden olmaktadır. Dünya bankasının raporları incelendiğinde hızlı nüfus artışına bağlı olarak tüm dünya genelinde kentsel atık üretim miktarının 2025 yılına kadar yaklaşık olarak 2,2 milyar tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (Özkan vd., 2019: 30711).

Deniz kaynaklarının genel olarak kamu malı olmasına benzer şekilde (Tutak, 2023: 132), atıklarda kamu malı sayılabilmektedir. Bu nedenle hızlı ekonomik büyüme, kentleşme, nüfus artışı ve atık türlerindeki değişimler her atık türü için ayrı bir yönetim sistemi kurmaktan ziyade tüm atıkları kapsayan sürdürülebilir entegre bir yaklaşımı gerektirmektedir (Şener & Şener, 2020: 1129). Atıkların su, toprak, hava, bitki örtüsü ve gıda kaynaklarına zarar verme potansiyelleri toplumsal refahı etkileyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmekteyken, yetersiz katı atık yönetimi ile elleçleme ve işlemenin doğal bir sonucu olarak çevre ve ekosistemin büyük ölçüde bozulmasına ve halk sağlığı üzerinde ciddi bir tehdit olarak görülmesine neden olmaktadır (Wanore vd., 2023: 2). Bu durumun, atık bertaraf tesis konumlarının üzerinde negatif etkiler oluşturmaları sebebiyle atık bertaraf tesis yer seçim probleminin yer seçim problemleri içerisinde karşılaşılan en karmaşık yer seçim kararlarından birini temsil etmesine neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, atık bertaraf tesis yer seçim probleminde etkili olan kriterlerin belirlenerek önem derecelerinin hesaplanmasıdır. Çalışmanın araştırma probleminin içerisinde hem nicel hem de nitel kriterlerin birlikte değerlendirilmesi gerekliliğinden dolayı çok kriterli karar verme yaklaşımı uygulanmıştır. Çalışmada, atık bertaraf tesis yer seçimini etkileyen kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması çalışmanın araştırma sorusunu oluşturmaktadır.

Belirlenen amaç için çalışmada beş aşama olarak tasarlanmış bir çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımından faydalanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında ilgili literatür araştırması gerçekleştirilerek çalışmanın problemi belirlenmiştir. Çalışmanın probleminin belirlenmesini takip eden aşamada ise alan deneyimi temel alınarak çalışmada görüşlerinden faydalanılacak olan atık bertaraf tesis yer seçimi ile ilgili farklı alan deneyimlerine sahip temsilcilerin yer aldığı uzman grup oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada atık bertaraf tesis yer seçimini etkileyen kriterlerin derlenmesi için bir literatür araştırması gerçekleştirilerek atık bertaraf tesis yer seçiminde kullanılan kriterlerin yer aldığı bir kriter havuzu oluşturulduktan sonraki aşamada kriter havuzunda yer alan atık bertaraf tesis yer seçim kriterleri içerisinde kullanım sıklığı en fazla olan kriterler çalışmanın kriterleri olarak tespit edilmiştir. Son aşamada atık bertaraf tesis yer seçimini etkileyen kriterlerin önem ağırlıkları FUCOM yönteminden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmanın sağladığı katkılar aşağıdaki biçimde özetlenebilir. İlk katkı, çalışmada atık bertaraf tesis yer seçiminin gerçekleştirilmesine yönelik bir çerçevenin önerilmesidir. İkinci

ci katkı, atık bertaraf tesis yer seçimi karar probleminde kullanılan kriterlerin detaylı bir şekilde incelenerek atık bertaraf tesis yer seçim probleminde kullanılan kriterlerin önem ağırlıklarının FUCOM yöntemiyle hesaplandığı ilk çalışma olmasıdır. Üçüncü katkı ise, mevcut çalışmanın hem toplumsal refahın sağlanmasına hem de sürdürülebilir çevresel ve ekonomik hedeflerin gerçekleştirilmesine imkân sağlayacak kriterlerin bir arada değerlendirilebilmesine katkı sağlayan etkili bir karar modelinin sunulmasıdır.

Bu çalışma atık bertaraf tesis yer seçim probleminde çözüm geliştirmek isteyen araştırmacılar için bir kılavuz olarak değerlendirilebilir. Beş bölüm altında tasarlanan çalışmanın bu bölümünün ardından atık bertaraf tesis yer seçimine yönelik yapılmış çalışmaların bulunduğu literatür araştırmasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasında yararlanılan FUCOM yöntemine ait olan teorik bilgiler sunulmuştur. Dördüncü bölümde atık bertaraf tesis yer seçiminde kullanılan kriterlerin sahip olduğu önem ağırlıklarının hesaplanmasına yönelik gerçekleştirilen uygulamaya ait olan sonuçlar aktarılmıştır. Çalışmanın son bölümünde atık bertaraf tesis yer seçim çalışmalarına yönelik olarak yapılan literatür araştırması ve atık bertaraf tesis yer seçim kriterlerine yönelik olarak gerçekleştirilen uygulama sonucunda ulaşılan analiz sonuçları yorumlanıp, gelecek çalışmalar için tavsiyelerin bulunduğu sonuç ve öneriler bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.

2. Literatür Araştırması

Atık bertaraf tesislerinin yer seçimine ilişkin problemlerin konu edinildiği çalışmalara yönelik olarak teorik bir temelin oluşturulması amacıyla derinlemesine bir literatür araştırması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen literatür araştırmasında yer alan çalışmalara DergiPark, Emerald, Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, SpringerLink, Taylor and Francis, Web of Science ve Yök Tez veri tabanları kullanılarak ulaşılmıştır.

Gerçekleştirilen literatür araştırmasında atık bertaraf tesis yer seçim sürecine odaklanan çalışmalar incelenmiştir. Literatür araştırmasında “Waste Disposal”, “Waste Disposal Location”, “Location Selection”, “Atık Tesis Yer Seçimi”, “Tesis Yer Seçimi” ve “Yer Seçimi” anahar kelimeleri kullanılarak ulaşılan çalışmalar incelenmiş olup 54 farklı çalışma araştırmada yer almıştır. Çalışmalara ait olan literatür haritası Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1: Literatür Haritası

Yazar(lar)	Çalışmanın Amacı	Dergi
Llurdes vd., 2003	Atık tesislerinin konumlandırılmasında geleneksel olarak faydalanılan ekonomik ve teknik kriterlerin incelenmesi.	Land Use Policy
Banar vd., 2007	Belediye katı atık tesis yer seçiminin gerçekleştirilmesi	Environmental Geology
Chang vd., 2008	Atık depolama sahalarının seçiminde kullanılabilecek bir karar destek sisteminin geliştirilmesi.	Journal of Environmental Management
Önüt & Soner, 2008	Katı atık aktarma yer seçiminin belirlenmesi.	Waste Management
Şener vd., 2010	Atık depolama alanının seçimi.	Waste Management

Tablo 1 devam

Uzun vd., 2010	Düzce ilinde yapılacak olan katı atık bertaraf tesisi alanlarının değerlendirilmesi.	Ormancılık Dergisi
Ekmekçioğlu vd., 2010	Belediye katı atıklarına yönelik olarak uygun bertaraf yönteminin ve yerinin seçimi için bir metodoloji geliştirilmesi.	Waste Management
Ferreti, 2011	Atık depolama sahasının konumlandırılmasına yönelik bir karar destek sisteminin geliştirilmesi.	Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis
Donevska vd., 2012	Bölgesel tehlikesiz atık depolama sahasının seçimi.	Environmental Earth Sciences
Effat & Hegazy, 2012	Kuzey Sina şehirleri için potansiyel atık depolama sahalarının belirlenmesine yönelik bir karar destek sistemi geliştirilmesi.	The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences
Gorsevski vd., 2012	Katı atık depolama alan seçimi.	Waste Management
Makan vd., 2012	En uygun atık depolama alanının seçimi.	International Journal of Management Science and Engineering Management
Nazari vd., 2012	En uygun atık depolama alan yerinin seçimi.	Environmental Earth Sciences
Kumar & Hassan, 2013	Katı atık yönetiminde atık depolama sahasının seçimi.	Journal of the Indian Society of Remote Sensing
Isalou vd., 2013	Atık depolama alanının seçimi.	Environmental Earth Sciences
Afzali vd., 2014	Belediyeler arası katı atık depolama sahasının uygunluğunun değerlendirilmesi.	Water Resources Management
Liu vd., 2014a	İstanbul şehrinin atık yönetimi için yer seçiminin gerçekleştirilmesi.	Applied Soft Computing
Liu vd., 2014b	Belediye katı atık yönetiminde yer seçimi.	Environmental Earth Sciences
Bayhan, 2015	Ankara’da bulunan katı atık bertaraf alanları için alternatif oluşturabilecek yeni katı atık alanlarının belirlenmesi.	Yök Tez
Beskese vd., 2015	Düzenli atık depolama alan seçimi için bir model geliştirilmesi.	Environmental Earth Sciences
Bahrani vd., 2016	Atık depolama alan seçiminin modellenmesi.	Environmental Earth Sciences
Hanine vd., 2016	Belediye katı atık depolama sahası için yer seçiminin gerçekleştirilmesi.	Environment Systems and Decisions

Tablo 1 devam

Uyan & Yalpir, 2016	Konya ilinde tıbbi atık sterilizasyon tesislerinin en uygun yerlerinin belirlenmesi.	Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi
Cobbinah vd., 2017	Katı atık yönetiminde şehir insanlarının rolünün belirlenmesi.	Environmental Development
Khodaparast vd., 2018	Belediye katı atık depolama sahalarının konumlandırılması.	Environmental Earth Sciences
Soroudi vd., 2018	Belediye katı atık depolama sahasının belirlenmesi.	Environmental Earth Science and Pollution Research
Wichapa & Khokhajaikiat, 2018	Bulaşıcı atık tesislerinin yer seçiminin belirlenmesi.	Journal of Engineering and Technological Sciences
Alam vd., 2019	Hijyen ve atık imha uygulamalarının değerlendirilmesi.	International Journal of Hygiene and Environmental Health
Karasan vd., 2019	Katı atık depolama alanının seçim problemi için bir model önerisinin geliştirilmesi.	Soft Computing
Kemeç & Abdalla, 2019	Süleymaniye şehrinde düzenli depolama alanına yönelik olarak uygun bir alanın belirlenmesi.	Academic Research in Science and Engineering
Khorsandi vd., 2019	Çevresel etkileri en az seviyeye indirecek biçimde atık depolama için uygun alanlarının belirlenmesi.	Environmental Monitoring and Assessment
Sevindi vd., 2019	Kentsel katı atık yönetim planları kapsamında Erzincan şehrinde yeni depo alanlarının tespit edilerek haritalanması.	Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi
Eghtesadifard vd., 2020	Belediye katı atık depolama sahalarının seçiminin gerçekleştirilmesi.	Environmental Research
Özkan vd., 2020	Atık depolama sahalarının değerlendirilmesi.	Environmental Science and Pollution Research
Rezaeisabzevar vd., 2020	Atık depolama sahası seçimi için kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması.	Journal of Environmental Sciences
Şener & Şener, 2020	Atık depolama alanının seçimi.	Arabian Journal of Geosciences
Yao vd., 2020	Tıbbi atık bertaraf merkezi lokasyonun optimizasyonu.	Risk Analysis
Yazdani vd., 2020	Sağlık hizmetlerinde oluşan atıklarının bertaraf yeri kararlarına yönelik olarak yeni bir yaklaşımın geliştirilmesi.	Computers & Industrial Engineering

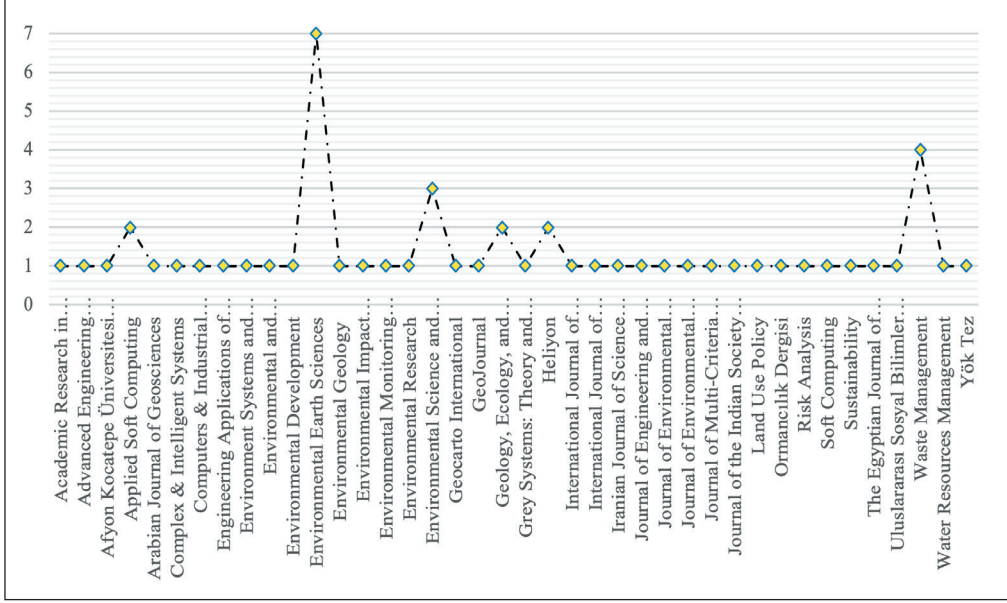
Tablo 1 devam

Abad vd., 2021	Akifer kirliliğine olan hassasiyetin dikkate alınarak atık depolama sahasının seçimi.	Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering
Mallick, 2021	Belediye katı atık depolama sahası seçiminin gerçekleştirilmesi.	Sustainability
Mishra & Rani, 2021	Sağlık hizmetleri atıklarının bertaraf yeri seçim problemine yönelik yeni bir yaklaşımın geliştirilmesi.	Complex & Intelligent Systems
Mussa & Suryabhagavan, 2021	Sosyal açıdan kabul edilen, çevresel açıdan sağlıklı ve ekonomik açıdan uygulanabilir olan en uygun katı atık bertaraf sahalarının tespit edilmesi.	Geology, Ecology, and Landscapes
Umar & Naibbi, 2021	Mevcut katı atık depolama sahalarına ait olan konumların uygunluğunun değerlendirilmesi.	Geocarto International
Zarin vd., 2021	Uygun katı atık depolama sahalarının araştırılması.	Environmental Science and Pollution Research
Zhang vd., 2021	Evsel atık işleme tesisi yer seçiminin gerçekleştirilmesi.	Environmental Impact Assessment Review
Alkan & Kahraman, 2022	Atık bertaraf yeri seçiminin gerçekleştirilmesi.	Engineering Applications of Artificial Intelligence
Makonyo & Msabi, 2022	Potansiyel atık depolama alanlarının seçimi.	GeoJournal
Ayyıldız & Erdoğan, 2023	Organik atık toplama ve geri dönüşüm tesisi için en uygun lokasyonun belirlenmesi.	Applied Soft Computing
Chakraborty vd., 2023	Sağlık hizmetleri atıklarının bertaraf yeri seçimi	Grey Systems: Theory and Application
Chen, 2023	Atık bertarafı için yer seçimi değerlendirmesi.	Advanced Engineering Informatics
Gebremedhin vd., 2023	Mevcut atık bertaraf uygulamalarının araştırılarak en uygun bertaraf sahasının belirlenmesi.	Geology, Ecology, and Landscapes
Kebede & Ayenew, 2023	Dessie şehri için katı atık bertaraf alanının seçimi.	Heliyon
Wanore vd., 2023	Kentsel katı atıklar için en uygun depolama alanının belirlenmesi.	Heliyon
Zewdie & Yeshanew, 2023	Uygun atık bertaraf sahasının araştırılması.	Environmental and Sustainability Indicators

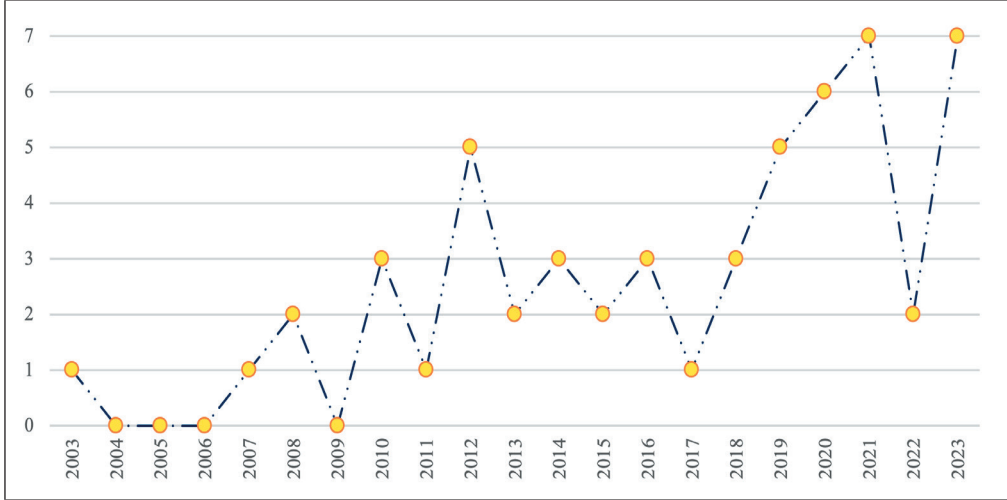
2.1. Atık Bertaraf Tesis Yer Seçimine İlişkin Çalışmaların Yayımlandığı Kaynaklar

Atık bertaraf tesis yer seçim çalışmalarının yer aldıkları kaynaklara ait yayın sayısına ve atık bertaraf tesis yer seçimi çalışmalarının yıllara göre dağılımına ait bilgiler sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2’de sunulmaktadır.

Şekil 1: Kaynakların Yayın Sayısı



Şekil 2: Atık Bertaraf Tesis Yer Seçim Çalışmalarının Yıllar Bazında Dağılımı



Literatür araştırması doğrultusunda incelenen çalışmaların yayınlandıkları kaynaklara ait bilgiler incelendiğinde mevcut çalışmaların 40 farklı kaynaktan yer aldığı belirlenmiştir. Atık bertaraf tesis yer seçimine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaların en fazla yayınlandığı kaynak “Environmental Earth Sciences” olarak tespit edilmiştir. Tablo 1’de çalışmaların yayınlandığı dergilerin künye bilgileri sunulmaktadır ilgili alanda yeni çalışmalar yürüten araştırmacılara

yol gösterilmesi amaçlanmıştır. Atık bertaraf tesis yer seçimine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaların yıllar bazındaki dağılımı incelendiğinde ise son on yıl içerisinde konu ile ilgili gerçekleştirilen çalışmaların sayısında artış yaşandığı gözlenmektedir. Bu durum atık bertaraf tesis yer seçiminin öneminin ve konu ile ilgili farkındalığın arttığı şeklinde yorumlanabilmektedir.

2.2. Atık Bertaraf Tesis Yer Seçimi Çalışmalarında Faydalanılan Yöntemler

Atık bertaraf tesis yer seçimi çalışması bir tesis yer seçimi problemi olmasına rağmen ilgili probleme yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır. Atık bertaraf tesis yer seçimine yönelik olarak literatürde var olan çalışmalarda kullanılmış olan yöntemlerin bilgileri ve dağılımı sırasıyla Tablo 2 ve Şekil 3'te gösterilmektedir.

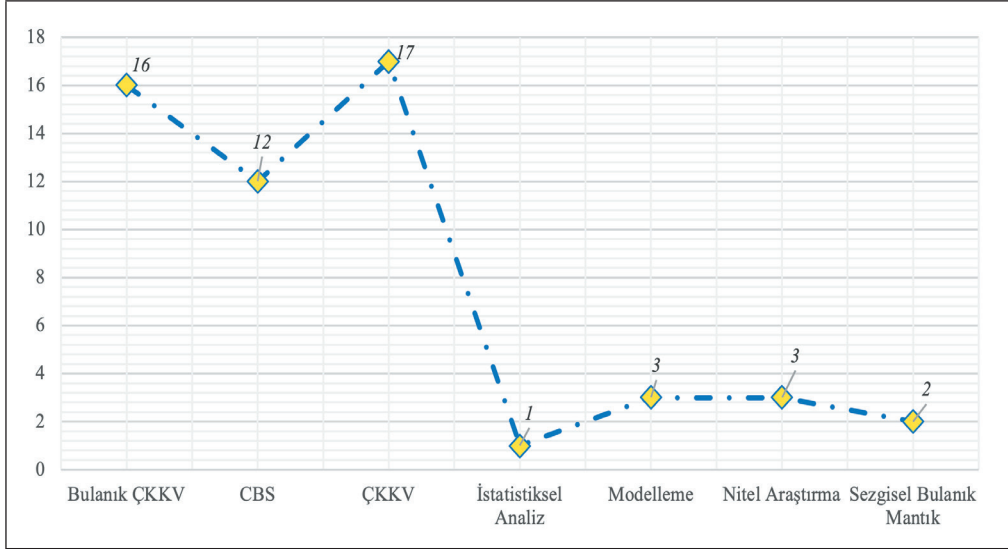
Tablo 2: Atık Bertaraf Tesis Yer Seçim Çalışmalarında Faydalanılan Yöntemler

Yazar(lar)	Yöntem
Llurdes vd., 2003	Doküman Analizi
Banar vd., 2007	AHP/ANP
Chang vd., 2008	CBS/Monte Carlo Simülasyonu
Önüt & Soner, 2008	AHP/Bulanık TOPSIS
Şener vd., 2010	AHP/CBS
Uzun vd., 2010	CBS
Ekmekçioğlu vd., 2010	Bulanık AHP/Bulanık TOPSIS
Ferreti, 2011	CBS/ANP
Donevska vd., 2012	CBS/Bulanık AHP
Effat & Hegazy, 2012	Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon
Gorsevski vd., 2012	AHP/OWA
Makan vd., 2012	AHP/PROMETHEE
Nazari vd., 2012	Bulanık AHP
Kumar & Hassan, 2013	AHP
Isalou vd., 2013	CBS/Bulanık AHP
Afzali vd., 2014	CBS/Bulanık ANP
Liu vd., 2014a	ITL-VIKOR/Bulanık TOPSIS/Bulanık VIKOR
Liu vd., 2014b	Bulanık VIKOR
Bayhan, 2015	ANP
Beskese vd., 2015	Bulanık AHP/Bulanık TOPSIS
Bahrani vd., 2016	AHP/CBS/Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon
Hanine vd., 2016	Bulanık AHP/Bulanık TOPSIS
Uyan & Yalpir, 2016	AHP/CBS

Tablo 2 devam

Cobbinah vd., 2017	Yarı Yapılandırılmış Görüşme/Amaçlı Örneklem Yöntemi/ Regresyon Analizi
Khodaparast vd., 2018	CBS/AHP
Soroudi vd., 2018	ANP/DEMATEL
Wichapa & Khokhajaikiat, 2018	Bulanık AHP/Bulanık TOPSIS
Alam vd., 2019	Mülakat/Yapılandırılmış Gözlem
Karasan vd., 2019	Bulanık AHP
Kemeç & Abdalla, 2019	AHP/CBS
Khorsandi vd., 2019	CBS/AHP/TOPSIS
Sevindi vd., 2019	CBS
Eghtesadifard vd., 2020	CBS/DEMATEL/ANP/MOORA/WASPAS/COPRAS
Özkan vd., 2020	CBS/TOPSIS
Rezaeisabzevar vd., 2020	Literatür Araştırması
Şener & Şener, 2020	CBS/Bulanık AHP
Yao vd., 2020	İki seviyeli denge optimizasyon modeli
Yazdani vd., 2020	BWM
Abad vd., 2021	AHP/PROMETHEE
Mallick, 2021	Bulanık AHP
Mishra & Rani, 2021	Fermatean Bulanık WASPAS
Mussa & Suryabagavan, 2021	CBS/AHP
Umar & Naibbi, 2021	CBS
Zarin vd., 2021	CBS/AHP/ Bulanık ağırlıklı doğrusal kombinasyon
Zhang vd., 2021	Ağırlıklandırılmış logaritmik ortalama mesafe
Alkan & Kahraman, 2022	IF-CRITIC/IF-DEVADA
Makonyo & Msabi, 2022	CBS/AHP
Ayyıldız & Erdoğan, 2023	Delphi/Bulanık AHP/Bulanık CODAS
Chakraborty vd., 2023	Gri Sıralı Öncelik Yaklaşımı
Chen, 2023	C-IF VIKOR
Gebremedhin vd., 2023	CBS
Kebede & Ayenew, 2023	AHP/Basit Toplamlı Ağırlıklandırma
Wanore vd., 2023	CBS/AHP
Zewdie & Yeshanew, 2023	CBS/AHP

Şekil 3: Atık Bertaraf Tesis Yer Seçim Çalışmalarında Kullanılan Yöntemlerin Dağılımı



Tablo 2 ve Şekil 3'te yer alan bilgiler ışığında atık bertaraf tesis yer seçim çalışmalarında Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin sıklıkla Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bulanık Mantık yaklaşımıyla bütünleştirilerek kullanıldığı söylenebilmektedir. Bu durum atık bertaraf tesis yer seçim probleminin doğasında bulunan nitel ve nicel kriterlerin değerlendirilmesi gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Atık bertaraf tesis yer seçim çalışmalarında kullanılan ÇKKV teknikleri incelendiğinde ise en sık kullanılan tekniklerin AHP, ANP, DEMATEL, PROMETHEE, TOPSIS ve VIKOR olduğu belirlenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda atık bertaraf tesis yer seçim çalışmalarında bir ÇKKV yöntemi olan FUCOM tekniğinin kullanılmadığı görülmüştür.

2.3. Atık Bertaraf Tesis Yer Seçimine Yönelik Gerçekleştirilmiş Çalışmalarda Yer Alan Vaka Çalışmalarına Ait Bilgiler

Gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda elde edilen Tablo 1'deki çalışmalar incelendiğinde atık bertaraf tesis yer seçimi konusunda kısıtlı sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmaların bünyesinde yer alan vaka çalışmalarının gerçekleştirildiği ülkeler incelendiğinde, Amerika Birleşik Devletleri (Chang vd., 2008); Azerbaycan (Makan vd., 2012); Bangladeş (Alam vd., 2019); Çin (Liu vd., 2014b; Yao vd., 2020; Zhang vd., 2021); Etiyopya (Gebremedhin vd., 2023; Kebede & Ayenew, 2023; Mussa & Suryabhagavan, 2021; Wanore vd., 2023; Zewdie & Yeshanew, 2023); Fas (Hanine vd., 2016); Gana (Cobbinah vd., 2017); Hindistan (Chakraborty vd., 2023; Kumar & Hassan, 2013; Mishra & Rani, 2021); Irak (Kemeç & Abdalla, 2019); İran (Abad vd., 2021; Afzali vd., 2014; Bahrani vd., 2016; Eghtesadifard vd., 2020; Isalou vd., 2013; Khodaparast vd., 2018; Khorsandi vd., 2019; Soroudi vd., 2018); İspanya (Llurdes vd., 2003; Yazdani vd., 2020); İtalya (Ferretti, 2011); Kuzey Makedonya (Donevska vd., 2012; Gorsevski vd., 2012); Mısır (Effat & Hegazy, 2012); Nijerya (Umar & Naibbi, 2021); Pakistan (Zarin vd., 2021); Suudi Arabistan (Mallick, 2021); Tanzanya (Makonyo & Msabi, 2022); Tayland (Wichapa & Khokhajaikiat, 2018); Tay-

van (Chen, 2023); Türkiye (Alkan & Kahraman, 2022; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Banar vd., 2007; Bayhan, 2015; Beskese vd., 2015; Ekmekçioğlu vd., 2010; Karasan vd., 2019; Liu vd., 2014a; Önüt & Soner, 2008; Özkan vd., 2020; Sevindi vd., 2019; Şener & Şener, 2020; Şener vd., 2010; Uyan & Yalpir, 2016; Uzun vd., 2010)'de vaka çalışmalarının gerçekleştirildiği görülmektedir.

Gerçekleştirilen vaka çalışmalarına ait sayılar incelendiğinde ise Amerika Birleşik Devletleri (1), Azerbaycan (1), Bangladeş (1), Çin (3), Etiyopya (5), Fas (1), Gana (1), Hindistan (3), Irak (1), İran (8), İspanya (2), İtalya (1), Kuzey Makedonya (2), Mısır (1), Nijerya (1), Pakistan (1), Suudi Arabistan (1), Tanzanya (1), Tayland (1), Tayvan (1) ve Türkiye (15) arasında vaka analizlerinin en yoğun olduğu ülke Türkiye olarak tespit edilmiştir.

2.4. Atık Bertaraf Tesis Yer Seçimine Yönelik Gerçekleştirilmiş Çalışmalarda Yer Alan Kriterlere Ait Bilgiler

Atık bertaraf tesis yer seçim probleminin konu edinildiği çalışmalar incelendiğinde ilgili problemin çözümünde çeşitli nitel ve nicel kriterlerin etkili olduğu görülmektedir. Atık bertaraf tesis yer seçim literatüründe bulunan çalışmalarda kullanılmış olan ana ve alt kriterlere ait bilgiler Ek-1'de sunulmaktadır.

Atık bertaraf tesis yer seçim problemlerinde 46 farklı çalışmada kullanılmış olan ana kriterler çalışma sayılarında kullanılma sıklığına göre sıralandığında Çevre (23), Ekonomik (22), Toprak ve topografya (18), Erişim/Ulaşım Yolları (18), Sosyal (17), Arazi (15), Yerleşim alanlarına olan uzaklık (12), Su kaynaklarına olan uzaklık (12), Jeolojik (11) ve Eğitim (11) kriterleri en fazla kullanılan ana kriterler olarak belirlenmiştir.

Atık bertaraf tesis yer seçim problemlerinde 46 farklı çalışmada kullanılmış olan alt kriterler çalışma sayılarında kullanılma sıklığına göre sıralandığında ise Sosyal Yaşam Alanlarına İlişkin Kriterler (45), Su Kaynaklarına İlişkin Kriterler (44), Ulaşım Türlerine İlişkin Kriterler (32), Maliyet Türlerine İlişkin Kriterler (31), Arazi Kullanımına Yönelik Kriterler (21), Arazi Eğitim Kriteri (19), Arazi Yüksekliği Kriteri (14), Korunan Alanlara Yönelik Kriterler (12), Deprem ve Fay Hatları ile İlgili Kriterler (12), Çevresel Etkilere Yönelik Kriterler (10) ve Toprak Yapısı ile ilgili kriterlerin çalışmalarda en sık kullanılan alt kriterler olduğu tespit edilmiştir.

3. Yöntem

Atık bertaraf tesis yer seçim probleminde etkili olan kriterlerin belirlenerek önem derecelerinin hesaplanmasının amaç olarak belirlendiği bu çalışmanın uygulama kısmında FUCOM yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmanın bu kısmında FUCOM yöntemine ait teorik bilgiler sunulmuştur.

3.1. FUCOM (Full Consistency Method) Yöntemi

2018 yılında Pamucar vd. tarafından geliştirilmiş olan FUCOM (Full Consistency Method) yöntemi (Sadeghi vd., 2023: 7), kriterlerin öznel ağırlıklandırılması amacıyla kullanılan bir ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemidir. Kriterlerin öznel ağırlıklandırılmasında kullanılan yöntemler ile FUCOM yöntemi kıyaslandığında FUCOM yönteminin çeşitli avantajlara

sahip olduğu görülmektedir. FUCOM yönteminin sağladığı temel avantajlar şu şekilde sıralanabilmektedir (Ecer, 2021: 28):

- İhtiyaç duyulan ikili karşılaştırmaların sayısının daha az olması (kriter sayısı n olan bir değerlendirme sürecinde $n-1$ adet ikili karşılaştırmaların yapılması),
- Çalışmada kullanılan kriterlere ait ikili karşılaştırmaların tutarlı bir biçimde gerçekleştirilmesine izin vermesi,
- Kriter ağırlıklarına ait bilgilerin daha güvenilir bir biçimde hesaplanması.

FUCOM yöntemi, yukarıda belirtilen avantajları sebebiyle çalışmada gerçekleştirilen uygulamada kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarının FUCOM yönteminden faydalanılarak hesaplanması amacıyla izlenmesi gereken aşamalar aşağıda gösterilmektedir (Nemati vd., 2023; Pamucar vd., 2018);

Aşama 1. Önem Sırasına Göre Ağırlık Değerleri Belirlenecek Kriterlerin Sıralanması

Bu aşamada ağırlık değerlerinin belirlenmesi istenen kriterler, karar vericiler tarafından azalan önem sırası ile sıralanır. Aşağıda verilen eşitlik (1)'de gösterilen biçimde, kriterlerin ağırlık katsayılarının beklenen değerlerine göre sıralanışı elde edilmektedir.

$$C_{j1} > C_{j2} > C_{j3} > \dots > C_{jk} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de yer alan j notasyonu, kriterleri ifade etmekten, k notasyonu ise C_j notasyonu ile ifade edilen kriterlerin karar vericiler için sırasını göstermektedir. Önem derecesi açısından, sıralanan kriterlerde önem derecesi eşit olan kriterlerde büyük ($>$) simgesi yerine eşittir ($=$) simgesi kullanılmaktadır.

Aşama 2. Kriterlere Ait Olan Karşılaştırmalı Önceliklerinin Tespit Edilmesi

Karar vericilerin gerçekleştirdikleri önem sıralamasına göre, önem sıralaması gerçekleştirilmiş olan kriterlere ait olan karşılaştırmalı öncelikler ($\phi_k/(k+1)$) tespit edilerek değerlendirme kriterlerine ait olan karşılaştırmalı öncelik vektörüne ulaşılır. Karşılaştırmalı öncelikler, C_{jk} kriterine ait olan sıralamanın $C_{j(k+1)}$ kriterine ait olan sıralamaya göre sahip olduğu avantajı temsil etmektedir. Bu sayede, eşitlik (2) ile ifade edilebilen değerlendirme kriterlerine ait olan karşılaştırmalı öncelik vektörlerine ulaşılır.

$$\phi = \phi_{\frac{1}{2}}, \phi_{\frac{2}{3}}, \phi_{\frac{3}{4}}, \dots, \phi_{\frac{k}{k+1}} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de verilen değeri $\phi_{\frac{k}{k+1}}$ kriterine ait olan sıralamanın, $C_{j(k+1)}$ kriterine ait olan sıralamaya yönelik avantajı ifade etmektedir.

Kriter karşılaştırmalarında karar vericiler belirli ölçeklere ait olan değerlerden, ondalık sayılardan ya da tamsayılardan FUCOM yönteminde faydalanabilmektedirler. Bu durum FUCOM yöntemi tarafından kriterlerin değerlendirilmesinde karar vericilere esneklik sunmaktadır.

Aşama 3. Kriterlere Ait Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

Son aşamada, kriterlerin ağırlık katsayılarının son değerleri belirlenir. Ağırlık katsayılarına ait olan son değerler belirlenirken aşağıda belirtilen iki koşulun sağlanması gerekmektedir.

Koşul 1:

Kriterlerin ağırlık katsayılarına ait oran (w_k/w_{k+1}), Aşama 2’de kriterler için belirtilen karşılaştırmalı öncelik vektörü ile eşit olmalıdır. Koşul 1’e ait eşitlik (3) aşağıda gösterilmektedir.

$$\frac{w_k}{w_{k+1}} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (3)$$

Koşul 2:

Ağırlık katsayılarının son değerleri geçişlilik şartını sağlamalıdır. Geçişlilik şartları aşağıda gösterilen eşitlik (4), (5) ve (6) yardımıyla elde edilir.

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \frac{w_k}{w_{k+1}} \otimes w_{k+1}w_{k+2} \quad (4)$$

$$\frac{\varphi_k}{\varphi_{k+2}} = \frac{\varphi_k}{\varphi_{k+1}} \otimes \varphi_{k+1}\varphi_{k+2} \quad (5)$$

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \frac{\varphi_k}{\varphi_{k+1}} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (6)$$

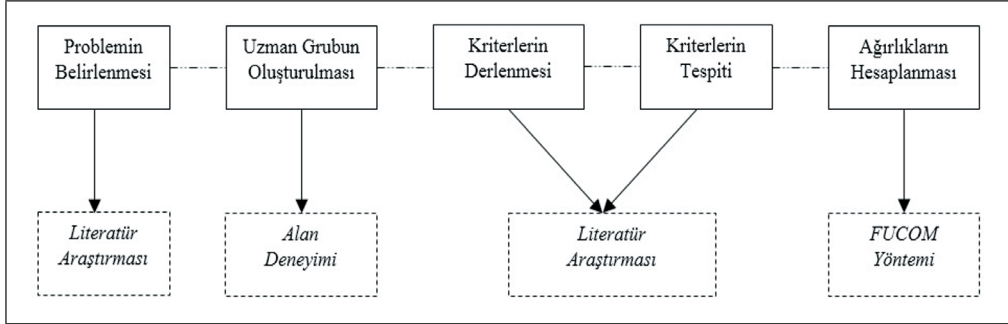
Eşitlik (3) ve eşitlik (4)’te sunulan koşulların gerçekleşmesi durumunda tam tutarlılık sağlanmaktadır. Bahsedilen şartların gerçekleşmesi durumunda tam tutarlılıktan sapma (TTS) en az olmaktadır. Bu durum maksimum tutarlılığın sağlanabildiğini göstermekteyken, kriter ağırlıklarının hesaplanan değerlerine ait TTS değerinin ise “0” olduğu anlamına gelmektedir.

4. Uygulama

Gündelik hayatın sonucunda kaçınılmaz olarak karşılaşılan atıklar, artan nüfusla orantılı olarak artış göstermektedir. Atıkların miktarlarında oluşan bu artış ise hem ekonomik hem de çevresel etkiler açısından atık bertaraf tesislerinin mevcudiyetini gerekli kılmaktadır. Atık bertaraf tesislerinin varlığı atıklarla mücadeleyi etkileyen en önemli unsurlardan birini oluşturmaktadır. Bu durum atık bertaraf tesis yer seçimi probleminin önemini ise her geçen gün arttırmaktadır.

Bu çalışmada atık bertaraf tesis yer seçimini etkileyen kriterler incelenerek, atık bertaraf tesis yer seçiminde etkili olan kriterlerin önem dereceleri tespit edilmektedir. Atık bertaraf tesis yer seçiminde etkili olan kriterlerin sahip oldukları önem derecelerinin tespit edilmesinde FUCOM yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada tasarlanan uygulama beş aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı çerçevesinde gerçekleştirilen uygulamaya ait metodolojik akış Şekil 4’te gösterilmektedir.

Şekil 4: Çalışmanın Metodolojik Akışı



4.1. Problemin Belirlenmesi

Şehirlerde artan nüfus miktarı çeşitli problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemlerin başında ise şehirlerde artan nüfusla orantılı olarak oluşan atık miktarı gelmektedir. Hızlı ekonomik büyüme, kentleşme, nüfus artışı ve atık türlerindeki değişimler her atık türü için ayrı bir yönetim sistemi kurmaktan ziyade tüm atıkları kapsayan sürdürülebilir entegre bir yaklaşımı gerektirmektedir. Ayrıca atıkların su, toprak, hava, bitki örtüsü ve gıda kaynaklarına zarar verme potansiyelleri ise toplumsal refahı etkileyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, çalışmanın problemi gerçekleştirilen literatür araştırması doğrultusunda belirlenmiştir. Çalışmada, atık bertaraf tesis yer seçiminde kullanılan kriterlerin önem derecelerinin hesaplanması çalışmanın araştırma problemi olarak belirlenmiştir.

4.2. Uzman Grubun Oluşturulması

Çalışmanın araştırma problemi doğrultusunda görüş ve tecrübelerinden yararlanılması için oluşturulan uzman grup, atık bertaraf tesis yer seçim konusunda deneyime sahip olan kamu çalışanları ile atık bertaraf tesis yer seçimi konusunda çalışmaları bulunan öğretim üyelerinden oluşmaktadır. Çalışmanın amacı doğrultusunda oluşturulan uzman grubun sahip olduğu bilgiler Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3: Uzman Grupta Yer Alan Temsilcilere Ait Bilgiler

Uzman Grup	Görev/Unvan	Tecrübe Türü	Alan Deneyimi (Yıl)
Temsilci 1	Prof. Dr.	Akademik	9 Yıl
Temsilci 2	Doç. Dr.	Akademik	8 Yıl
Temsilci 3	Dr. Öğr. Üyesi	Akademik	5 Yıl
Temsilci 4	Çevre Mühendisi	Belediye	12 Yıl
Temsilci 5	Kimya Mühendisi	Belediye	7 Yıl
Temsilci 6	Kontrol Mühendisi	Belediye	8 Yıl
Temsilci 7	Jeoloji Mühendisi	Özel Sektör	6 Yıl

4.3. Kriterlerin Derlenmesi

Çalışmada gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda 46 farklı çalışmada faydalanan ve Ek-1’de sunulmuş olan atık tesis yer seçim kriterleri bir araya getirilerek kriter havuzu oluşturulmuştur. Kriterlerin derlenmesi sonucunda 270 ana, 381 alt kriter olmak üzere tüm çalışmalarda toplam 651 kriter incelenmiştir.

4.4. Kriterlerin Tespiti

Çalışmada gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda 46 farklı çalışmada atık tesis yer seçimi kriterleri olarak kullanılmış olan 270 ana, 381 alt kriter olmak üzere toplam 651 kriter derlenmiştir. Bu kriterlerden oluşturulan kriter havuzu detaylı bir şekilde incelenerek kullanıma sıklığı açısından en az on tekrara sahip olan olan 9 kriter çalışmanın kriterleri olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterlerin hem yapılarında bulundukları bilgiler hem de uluslararası çalışmalarda sıklıkla kullanılmaları nedeniyle atık bertaraf tesis yer seçiminin temel kriterleri olarak nitelendirilebilmektedir. Bu kriterler Tablo 4’te sunulmaktadır.

Tablo 4: Atık Bertaraf Tesis Yer Seçimi Kriterleri

Kriterler(Kn)	Kullanıldığı Kaynaklar	Çalışma Sayısı
Arazi Özellikleri (K ₁)	Abad vd., 2021; Afzali vd., 2014; Beskese vd., 2015; Chakraborty vd., 2023; Ekmekçioğlu vd., 2010; Hanine vd., 2016; Kebede & Ayenew, 2023; Kemeç & Abdalla, 2019; Liu vd., 2014; Musa & Suryabagavan, 2021; Sevindi vd., 2019; Uyan & Yalpir, 2016; Wanore vd., 2023; Zarin vd., 2021; Zewdie & Yeshanew, 2023.	15
Çevresel Etkiler (K ₂)	Afzali vd., 2014; Alkan & Kahraman, 2022; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Bayhan, 2015; Chang vd., 2008; Donevska vd., 2012; Effat & Hegazy, 2012; Eghtesadifard vd., 2020; Ferreti, 2011; Gorsevski vd., 2012; Karasan vd., 2019; Khodaparast vd., 2018; Khorsandi vd., 2019; Mallick, 2021; Mishra & Rani, 2021; Nazari vd., 2012; Özkan vd., 2020; Rezaeisabzevar vd., 2020; Şener & Şener, 2020; Şener vd., 2010; Soroudi vd., 2018; Wichapa & Khokhajaikiat, 2018; Yazdani vd., 2020.	23
Ekonomik Etkiler (K ₃)	Alkan & Kahraman, 2022; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Bahrani vd., 2016; Bayhan, 2015; Beskese vd., 2015; Chang vd., 2008; Donevska vd., 2012; Effat & Hegazy, 2012; Eghtesadifard vd., 2020; Ferreti, 2011; Gorsevski vd., 2012; Hanine vd., 2016; Karasan vd., 2019; Khorsandi vd., 2019; Mallick, 2021; Mishra & Rani, 2021; Nazari vd., 2012; Özkan vd., 2020; Rezaeisabzevar vd., 2020; Şener & Şener, 2020; Şener vd., 2010; Yazdani vd., 2020.	22
Erişim/Ulaşım Yolları (K ₄)	Afzali vd., 2014; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Chakraborty vd., 2023; Chang vd., 2008; Ekmekçioğlu vd., 2010; Kemeç & Abdalla, 2019; Khorsandi vd., 2019; Kumar & Hassan, 2013; Liu vd., 2014; Makonyo & Msabi, 2022; Soroudi vd., 2018; Uyan & Yalpir, 2016; Uzun vd., 2010; Zarin vd., 2021; Zewdie ve Yeshanew, 2023.	15

Tablo 4 devam

Jeolojik Özellikler (K ₅)	Abad vd., 2021; Bayhan, 2015; Eghtesadifard vd., 2020; Kumar & Hassan, 2013; Makonyo & Msabi, 2022; Musa & Suryabhagavan, 2021; Nazari vd., 2012; Soroudi vd., 2018; Uyan & Yalpir, 2016; Uzun vd., 2010; Wichapa & Khokhajaikiat, 2018.	11
Sosyal Etkiler (K ₆)	Alkan & Kahraman, 2022; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Bahrani vd., 2016; Effat & Hegazy, 2012; Eghtesadifard vd., 2020; Ferreti, 2011; Hanine vd., 2016; Karasan vd., 2019; Kemeç & Abdalla, 2019; Khodaparast vd., 2018; Khorsandi vd., 2019; Mallick, 2021; Mishra & Rani, 2021; Nazari vd., 2012; Özkan vd., 2020; Rezaeisabzevar vd., 2020; Şener & Şener, 2020; Wichapa & Khokhajaikiat, 2018; Yazdani vd., 2020.	19
Su Kaynaklarına Olan Uzaklık (K ₇)	Abad vd., 2021; Afzali vd., 2014; Beskese vd., 2015; Kebede & Ayenew, 2023; Kemeç & Abdalla, 2019; Khodaparast vd., 2018; Kumar & Hassan, 2013; Makonyo & Msabi, 2022; Musa & Suryabhagavan, 2021; Şener & Şener, 2020; Sevindi vd., 2019; Uyan & Yalpir, 2016; Uzun vd., 2010; Wanore vd., 2023; Zarin vd., 2021; Zewdie & Yeshanew, 2023.	16
Toprak ve Topografya (K ₈)	Abad vd., 2021; Beskese vd., 2015; Ekmekçioğlu vd., 2010; Hanine vd., 2016; Isalou vd., 2013; Kebede & Ayenew, 2023; Kemeç & Abdalla, 2019; Musa & Suryabhagavan, 2021; Sevindi vd., 2019; Soroudi vd., 2018; Uzun vd., 2010; Wanore vd., 2023; Zarin vd., 2021.	13
Yerleşim Alanlarına Olan Uzaklık (K ₉)	Abad vd., 2021; Afzali vd., 2014; Kumar & Hassan, 2013; Makonyo & Msabi, 2022; Önüt & Soner, 2008; Sevindi vd., 2019; Soroudi vd., 2018; Uyan & Yalpir, 2016; Uzun vd., 2010; Wanore vd., 2023; Zarin vd., 2021; Zewdie & Yeshanew, 2023.	12

4.5. Ağırlıkların Hesaplanması

Önceki aşamada literatür araştırması sonucunda belirlenen atık bertaraf tesis yer seçim kriterlerinin önem ağırlıklarının hesaplanmasında FUCOM yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada FUCOM yönteminden faydalanılmasının yönetsel açıdan temel sebebi ihtiyaç duyulan ikili karşılaştırma sayısının diğer ÇKKV yöntemlerine (AHP, ANP vb.) kıyasla daha az olması ve kriter ağırlıklarına ait bilgilerin daha güvenli bir şekilde hesaplanabilmesi iken literatür açısından ise önceki atık bertaraf tesis yer seçimi çalışmalarında FUCOM yönteminin daha önce kullanılmamış olmasıdır. Kriterlerin önem ağırlıklarına en düşük beş en yüksek on ik yıllık deneyime sahip olan atık bertaraf tesis yer seçim çalışmaları ve deneyimi olan yedi uzman kişinin görüşlerinden elde edilen bilgilerin değerlendirilmesiyle ulaşılmıştır.

Karar vericiler, 1-9 ölçeğinden yararlanarak ikili karşılaştırmalarını gerçekleştirmişlerdir. Karar vericilerin gerçekleştirmiş oldukları ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan kriter sıralaması ve kriter değerlendirmelerine ait bilgiler Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 5: Karar Vericilerin Görüşlerine Göre Kriterlerin Sıralaması

Karar Vericiler (KV)	Karar Vericilerin Sıralaması
KV₁	$K_1 > K_2 = K_3 > K_6 > K_4 > K_5 = K_7 > K_8 = K_9$
KV₂	$K_1 = K_2 > K_4 > K_3 = K_5 > K_6 > K_7 = K_8 > K_9$
KV₃	$K_4 > K_2 > K_3 > K_1 > K_5 > K_6 > K_8 > K_7 = K_9$
KV₄	$K_1 > K_3 = K_2 > K_4 = K_5 > K_7 > K_6 > K_9 > K_8$
KV₅	$K_1 = K_2 > K_3 > K_5 > K_4 > K_6 > K_8 > K_7 > K_9$
KV₆	$K_2 > K_3 > K_1 > K_6 > K_5 > K_4 > K_9 > K_7 > K_8$
KV₇	$K_1 > K_3 > K_2 > K_4 > K_7 > K_5 > K_6 > K_8 > K_9$

Tablo 5’te gösterilen “>” ve “=” işaretleri sırasıyla daha önemli ve eşit düzeyde önemliyi ifade etmektedir. Karar vericilerin kriterleri kendi içerisinde önem sıralamasına koymasının ardından, kriterlere ait olan karşılaştırmalı öncelikleri 1-9 ölçeğine göre gerçekleştirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerin tamamı en önemli kriterin diğer kriterlere göre üstünlüğünün belirlenmesi temeli ile gerçekleştirilmiştir. Kriterlerin belirlenen karşılaştırmalı önceliklerine ait bilgiler Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6: Karar Vericilerin Kriter Değerlendirmeleri

	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄	KV ₅	KV ₆	KV ₇
K₁	7	9	6	9	9	7	9
K₂	5	9	8	7	9	9	7
K₃	5	5	7	7	7	8	8
K₄	3	7	9	5	5	4	6
K₅	2	5	5	5	6	5	4
K₆	4	3	4	2	4	6	3
K₇	2	2	1	3	2	2	5
K₈	1	2	3	1	3	1	2
K₉	1	1	1	1	1	3	1

Tablo 6’da bulunan kriterlere ait karşılaştırmalı öncelikler incelendiğinde KV₂ için en önemli kriterin Arazi Özellikleri (K₁) ve Çevresel Etkiler (K₂) kriterleri olduğu görülmüştür. Bu durum, KV₂ için Arazi Özellikleri (K₁) kriterinin Yerleşim Alanlarına Olan Uzaklık (K₉) kriterinden 9 kat, Su Kaynaklarına Olan Uzaklık (K₇) ile Toprak ve Topografya (K₈) kriterinden 7 kat daha önemli olduğunu göstermektedir.

Sunulan doğrusal programlama modeli çalışmada yer alan karar vericilerin tamamı için kriter değerlendirmeleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Tablo 7’de kriterlerin önem ağırlıkları bu modellerin Excel Solver yardımıyla çözümlenmesi sonucunda tespit edilmiştir. Her karar verici için ayrı olarak tespit edilen kriter önem ağırlıkları Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7: KV'ler Açısından Atık Bertaraf Tesis Yer Seçim Kriterlerinin Önem Ağırlıkları

Kriterler	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄	KV ₅	KV ₆	KV ₇
K ₁	0,23282	0,42510	0,30553	0,35349	0,35349	0,37736	0,29915
K ₂	0,23282	0,14170	0,30553	0,17674	0,17674	0,12579	0,14957
K ₃	0,23282	0,08502	0,10184	0,11783	0,11783	0,09434	0,14957
K ₄	0,07761	0,08502	0,06111	0,08837	0,08837	0,09434	0,09972
K ₅	0,07761	0,06073	0,06111	0,07070	0,07070	0,07547	0,07479
K ₆	0,04656	0,06073	0,04365	0,05891	0,05891	0,07547	0,07479
K ₇	0,03326	0,04723	0,04365	0,05050	0,05050	0,06289	0,05983
K ₈	0,03326	0,04723	0,04365	0,04419	0,04419	0,04717	0,04986
K ₉	0,03326	0,04723	0,03395	0,03928	0,03928	0,04717	0,04274

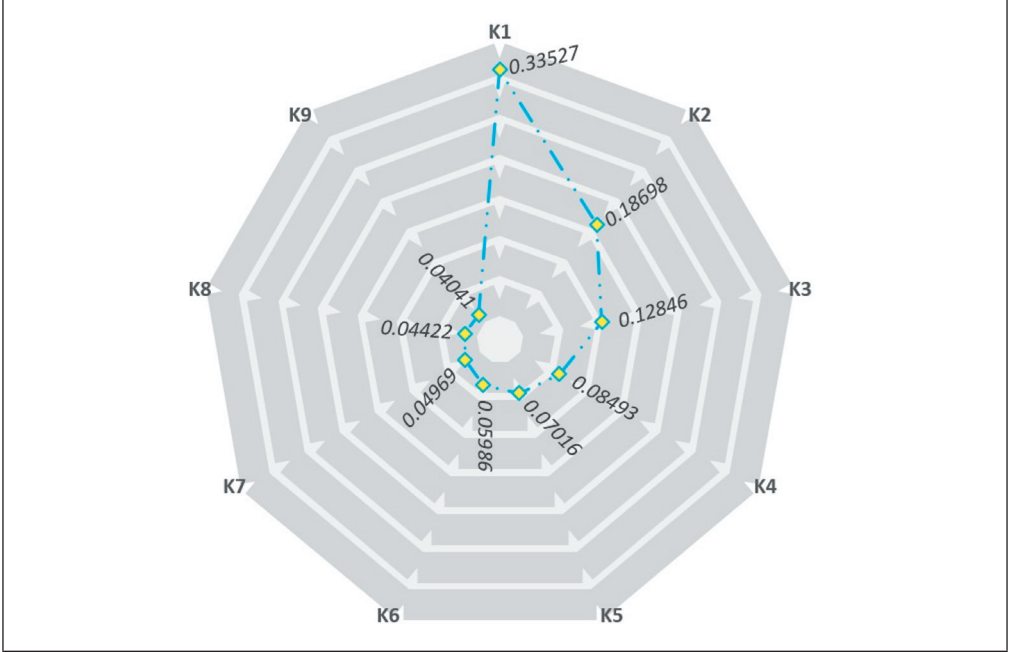
Çalışmada yer alan kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi için gerçekleştirilen hesaplamaların sonucunda KV₄ için kriterlerin nihai önem ağırlıkları $w_1=0,35349$, $w_2=0,17674$, $w_3=0,11783$, $w_4=0,08837$, $w_5=0,07070$, $w_6=0,05891$, $w_7=0,05050$, $w_8=0,04419$ ve $w_9=0,03928$ olarak hesaplanmıştır. Tam tutarlılıktan sapma değeri, hesaplanan önem ağırlıklarının kriterlere ait olan tahmini karşılaştırmalı önceliklerinden sapma değeri olarak ifade edilmektedir. Doğrusal programlama modellerinin çözümünün neticesinde tam tutarlılıktan sapma değerleri “0” olarak hesaplanmıştır.

Tablo 7’de yer alan bilgiler doğrultusunda atık bertaraf tesis yer seçiminde kullanılan kriterlerin nihai önem ağırlıklarına ait bilgiler Tablo 8’de, kriterlere ait önem ağırlıklarının dağılımı ise Şekil 5’te gösterilmektedir.

Tablo 8: Atık Bertaraf Tesis Yer Seçimi Kriterlerinin Nihai Önem Ağırlıkları

Kriterler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
Önem Ağırlığı	0,33527	0,18698	0,12846	0,0893	0,07016	0,05986	0,04969	0,04422	0,04041
Sıralama	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tablo 8’de sunulan kriterlere ait nihai önem ağırlıkları incelendiğinde atık bertaraf tesis yer seçim kriterleri arasında önem ağırlığı açısından en etkili kriterin 0,33527 önem ağırlığı ile Arazi Özellikleri (K₁) olduğu görülmektedir. Arazi Özellikleri kriterini ise 0,18698, 0,12846 ve 0,08493 önem ağırlık puanlarıyla sırasıyla Çevresel Etkiler (K₂), Ekonomik Etkiler (K₃) ve Erişim/Ulaşım Yolları (K₄) kriterlerinin takip ettiği görülmektedir.

Şekil 5: Atık Bertaraf Tesis Yer Seçimi Kriterlerinin Önem Ağırlıklarının Dağılımı

5. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde artan nüfusun etkisiyle birlikte atık miktarları hızla büyümektedir. Bu durum çevre ve insan sağlığı için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca bilinçsiz atık yönetimi kaynakların tükenim hızını artırmakta olup, atık yönetimine yönelik olan sorunların büyümesine sebep olmaktadır. Atık yönetimine yönelik temel problemlerin başında ise atık bertaraf tesislerinin kuruluşu ve atık bertaraf tesis yer seçimi problemi gelmektedir. Bu durum atık bertaraf tesis yer seçimi gerçekleştirilirken etkili olan kriterlerin belirlenerek bu kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasının önemini her geçen gün daha fazla artırmaktadır.

Bu çalışmada atık bertaraf tesis yer seçim problemlerinde etkili olan kriterler belirlenerek önem dereceleri hesaplanmıştır. Bu amaçla çalışmanın uygulama bölümü beş aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada ilgili literatür araştırması gerçekleştirilerek çalışmanın problemi belirlenmiştir. Çalışmanın probleminin belirlenmesinin ardından alan deneyimi temel alınarak çalışmada görüşlerinden faydalanılacak olan atık bertaraf tesis yer seçimi ile ilgili farklı alan deneyimlerine sahip kişilerin yer aldığı uzman grup oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada atık bertaraf tesis yer seçimini etkileyen kriterlerin derlenmesi için bir literatür araştırması gerçekleştirilerek atık bertaraf tesis yer seçiminde kullanılan kriterlerin yer aldığı bir kriter havuzu oluşturulmuştur. Kriter havuzunun oluşturulmasının ardından kriter havuzunda yer alan atık bertaraf tesis yer seçimi kriterleri içerisinde kullanım sıklığı en fazla olan kriterler çalışmanın kriterleri olarak tespit edilmiştir. Son aşamada ise atık bertaraf tesis yer seçimini etkileyen kriterlerin önem ağırlıkları FUCOM yönteminden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Gerçekleştirilen uygulama doğrultusunda elde edilen sonuçlara göre, atık bertaraf tesis yer seçiminde etkili olan kriterler içerisinde önem ağırlığı açısından en etkili kriterin 0,33527 önem ağırlığı ile Arazi Özellikleri (K_1) olduğu belirlenmiştir. Arazi Özellikleri kriterini ise 0,18698, 0,12846 ve 0,08493 önem ağırlık puanlarıyla sırasıyla Çevresel Etkiler (K_2), Ekonomik Etkiler (K_3) ve Erişim/Ulaşım Yolları (K_4) kriterlerinin takip ettiği tespit edilmiştir. Arazi Özellikleri (K_1) kriteri atık bertaraf tesis yer seçimi için hayati bir rol üstlenmektedir. Atıklardan oluşabilecek sızıntıların toprak yapısına karışarak ekolojik dengeyi etkilemesi hem ekonomik hem de toplum sağlığı açısından büyük sorunlar oluşturabilmektedir. Geçirimsiz olan siltli ve killi toprak yapısı, yeraltı su seviyesinin üst kısmında örtü olarak kullanabilmektedir. Bu sayede hem atıklardan oluşabilecek sızıntıların hem de tesislerde kullanılan kimyasal maddelerin filtrasyon süreçleri azaltılabilmektedir.

Atık bertaraf tesis yer seçimine yönelik yapılan literatür araştırması doğrultusunda elde edilen çalışmalarda atık bertaraf tesis yer seçimi konusunda kullanılmış olan kriterler incelendiğinde, bu çalışmada önem ağırlıkları bakımından üst sıralarda bulunan kriterler arasında benzerlik olduğu saptanmıştır. Mevcut çalışmada önem derecesi açısından ilk dört sırada yer alan Arazi Özellikleri (Beskese vd., 2015; Chakraborty vd., 2023; Ekmekçioğlu vd., 2010; Hanne vd., 2016; Mussa & Suryabhagavan, 2021; Uyan & Yalpır, 2016; Wanore vd., 2023; Zarin vd., 2021), Çevresel Etkiler (Alkan & Kahraman, 2022; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Chang vd., 2008; Donevska vd., 2012; Karasan vd., 2019; Khodaparast vd., 2018; Khorsandi vd., 2019; Özkan vd., 2020; Şener vd., 2010; Wichapa & Khokhajaikiat, 2018), Ekonomik Etkiler (Alkan & Kahraman, 2022; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Chang vd., 2008; Donevska vd., 2012; Karasan vd., 2019; Khodaparast vd., 2018; Khorsandi vd., 2019; Özkan vd., 2020; Şener vd., 2010; Wichapa & Khokhajaikiat, 2018) ve Erişim/Ulaşım Yolları (Afzali vd., 2014; Ayyıldız & Erdoğan, 2023; Ekmekçioğlu vd., 2010; Khorsandi vd., 2019; Kumar & Hassan, 2013; Makonyo & Msabi, 2022; Soroudi vd., 2018; Uzun vd., 2010; Zewdie & Yeshanew, 2023) kriterleri literatürde yer aldıkları çalışmalarda da önem ağırlıkları bakımından üst sıralarda bulunmaktadır. Bu bilgi doğrultusunda çalışmada faydalanan kriterlerin önem ağırlıkları noktasında literatürde var olan çalışmalarla benzerlik gösterdiği ifade edilebilmektedir.

Atık bertaraf tesis yer seçimi literatüründe var olan çalışmalar kullanılan yöntemler bakımından incelendiğinde ise Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin sıklıkla Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bulanık Mantık yaklaşımıyla bütünlleştirilerek kullanıldığı söylenebilmektedir. Tablo 2’de yer alan bilgiler detaylı olarak incelendiğinde ise atık bertaraf tesis yer seçimi çalışmalarında FUCOM yönteminden daha önce hiç faydalanılmadığı belirlenmiştir. Atık bertaraf tesis yer seçimine yönelik gerçekleştirilmiş olan çalışmalar yayımlandıkları yıllar bazında incelendiğinde ise atık bertaraf tesis yer seçimi literatüründe kısıtlı sayıda çalışmanın yer aldığı görülmektedir. Bu durum atık bertaraf tesis yer seçimi problemine yönelik çalışmalarda mevcut bir boşluğun varlığını göstermekte olup, artan nüfusla birlikte atık bertaraf tesis yer seçimi problemine daha fazla odaklanılması gerekliliğini göstermektedir.

Atık tür ve çeşitlerinin ayrımı ülkelere veya bölgelere göre farklılıklar gösterebilmektedir. Fakat atıkların bertaraf tesislerinde gördükleri işlemler belirli standartlara göre gerçekleştirilmektedir. Atık bertaraf tesislerinde gerçekleştirilen işlemlerin standart prosedürlere göre gerçekleştirilmesi ise atık bertaraf tesislerinin yer seçimlerinin yapılmasında da temel kriterlerin bulunmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu noktadan hareketle çalışmada kullanılan

kriterlerin, uluslararası çalışmalar incelendiğinde, temel kriterler olarak nitelendirilebileceği görülmekte olup ilgili kriterlerin bölgesel ya da ulusal ölçekli araştırmalarda yer alabileceği söylenebilmektedir.

Bu çalışma atık bertaraf tesis yer seçimi probleminde etkili olan kriterlerin belirlenerek önem ağırlıklarının hesaplanması için bir güncel bir ÇKKV yöntemi olan FUCOM'dan yararlanarak mevcut literatüre katkı sağlamaktadır. Çalışmada faydalanan yöntemin tesis yer seçimi problemlerinde kullanım açısından sağladığı kolaylık ile nitel ve nicel kriterleri birlikte değerlendirebilmesi karar vericiler açısından çalışmanın yönetsel olarak sağladığı katkısıdır. Yönetsel açıdan sağlanan bu katkı, dinamik bir süreç gerektiren atık bertaraf tesis yer seçim problemlerinin çözülmesinde çalışmanın güçlü yönlerinden birini oluşturmaktadır. Gerçekleştirilen çalışma literatürde bulunan atık bertaraf tesis yer seçimine yönelik gerçekleştirilen çalışmalarla kıyaslandığında, atık bertaraf tesis yer seçim kriterlerinin önem ağırlıklarının FUCOM yöntemiyle değerlendirildiği ilk çalışmadır.

Bu çalışma bünyesinde çeşitli kısıtlar barındırmaktadır. Çalışmada alansal açıdan farklı deneyim ve tecrübelerle sahip olan yedi kişiden oluşturulmuş uzman grup ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda veriler elde edilmiştir. Bu sebepten dolayı çalışmada ulaşılan sonuçların uzman grupta yer alan temsilcilerin görüş ve tecrübelerini yansıtmaları mevcut çalışmanın birinci kısıtı olarak görülmektedir. İkinci kısıt ise, FUCOM yönteminin bünyesinde yer alan subjektiflikten dolayı farklı atık bertaraf tesis yer seçim kriterlerinin araştırmaya eklenmesi veya mevcut kriterlerden bazılarının çıkarılması durumunun mevcut sonuçlarda değişimler oluşmasına neden olabilecek olmasıdır. Son kısıt ise uzman grupta bulunan temsilcilerden elde edilen bilgiler doğrultusunda sonuçların elde edilmesidir. Uzman grupta bulunan temsilcilerin değiştirilmesi, çıkarılması veya yeni temsilcilerin eklenmesi durumlarında çalışmanın mevcut sonuçları farklılaşabilir.

Bu çalışmada kullanılan atık bertaraf tesis yer seçim değerlendirme kriterleri ilgili alanda gerçekleştirilmiş olan literatür araştırmasından elde edilen bilgiler doğrultusunda belirlenmiştir. Mevcut kriterler fikir birliği oluşturacak yöntemler (Yapılandırılmış Görüşmeler, Delpi Yöntemi vb.) kullanılarak farklılaştırılıp atık bertaraf tesis yer seçimi için rehberlik sunabilecek bir kılavuz oluşturularak atık bertaraf tesis yer seçim literatürüne katkı sağlanabilir. Aynı alan deneyimine sahip olan uzmanların görüşleri doğrultusunda atık bertaraf tesis yer seçimi için bölümsel araştırmalar gerçekleştirilerek ilgili literatüre katkı sunulabilir. Farklı ÇKKV yöntemleri bütünleştirilerek kurulmuş olan atık bertaraf tesis yerleri değerlendirilebilir. Son olarak çeşitli ÇKKV yöntemleri ile bulanık mantık yaklaşımları bütünleştirilerek mevcut çalışmada kullanılmış olan kriterlerin önem ağırlıkları tekrar değerlendirilerek kriterler arasındaki ilişkiler tespit edilip ulaşılan sonuçlar mevcut çalışmanın sonuçları ile kıyaslanabilir.

Katkı Oranı Beyanı

Araştırmanın tüm aşamaları yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abad, P. M. S., Pazira, E., Abadi, M. H. M., & Abdinezhad, P. (2021). Application ahp-promethee technic for landfill site selection on based assessment of aquifers vulnerability to pollution. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 45, 1011-1030.
- Afzali, A., Sabri, S., Rashid, M., Samani, J. M. V., & Ludin, A. N. M. (2014). Inter-municipal landfill site selection using analytic network process. *Water Resources Management*, 28, 2179-2194.
- Alam, M. U., Rahman, M., Al-Masud, A., Islam, M. A., Asaduzzaman, M., Sarker, ... Unicomb, L. (2019). Human exposure to antimicrobial resistance from poultry production: Assessing hygiene and waste-disposal practices in Bangladesh. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(8), 1068-1076.
- Alkan, N., & Kahraman, C. (2022). An intuitionistic fuzzy multi-distance based evaluation for aggregated dynamic decision analysis (IF-DEVADA): Its application to waste disposal location selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 111, 1-25.
- Ayyıldız, E., & Erdoğan, M. (2023). A decision support mechanism in the determination of organic waste collection and recycling center location: A sample application for Türkiye. *Applied Soft Computing*, 147, 1-20.
- Bahrani, S., Ebadi, T., Ehsani, H., Yousefi, H., & Maknoon, R. (2016). Modeling landfill site selection by multi-criteria decision making and fuzzy functions in GIS, case study: Shabestar, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-14.
- Banar, M., Kose, B. M., Ozkan, A., & Acar, I. P. (2007). Choosing a municipal landfill site by analytic network process. *Environmental Geology*, 52, 747-751.
- Bayhan, M. (2015). *Analitik network prosesi (anp) yöntemi kullanılarak ankara ili için entegre katı atık tesisi uygun yer tayini*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Beskese, A., Demir, H. H., Özcan, H. K., & Ökten, H. E. (2015). Landfill site selection using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS: A case study for Istanbul. *Environmental Earth Sciences*, 73, 3513-3521.
- Chakraborty, S., Raut, R. D., Rofin, T. M., & Chakraborty, S. (2023). A grey ordinal priority approach for healthcare waste disposal location selection. *Grey Systems: Theory and Application*, 13(4), 767-784.
- Chang, N. B., Parvathinathan, G., & Breeden, J. B. (2008). Combining gis with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management*, 87(1), 139-153.
- Chen, T. Y. (2023). An advanced approach to multiple criteria optimization and compromise solutions under circular intuitionistic fuzzy uncertainty. *Advanced Engineering Informatics*, 57, 1-43.
- Cobbinah, P. B., Addaney, M., & Agyeman, K. O. (2017). Locating the role of urbanites in solid waste management in Ghana. *Environmental Development*, 24, 9-21.
- Donevska, K. R., Gorsevski, P. V., Jovanovski, M., & Pesevski, I. (2012). Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, ahp and geographic information systems. *Environmental Earth Sciences*, 67, 121-131.
- Ecer, F. (2021). Fucom subjektif ağırlıklandırma yöntemi ile rüzgâr çiftliği yer seçimini etkileyen faktörlerin analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 24-34.
- Effat, H. A., & Hegazy, M. N. (2012). Mapping potential landfill sites for north sinai cities using spatial multicriteria evaluation. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 15(2), 125-133.

- Eghtesadifard, M., Afkhami, P., & Bazyar, A. (2020). An integrated approach to the selection of municipal solid waste landfills through GIS, K-Means and multi-criteria decision analysis. *Environmental Research*, 185, 1-16.
- Ekmekçiöğlu, M., Kaya, T., & Kahraman, C. (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. *Waste Management*, 30(8-9), 1729-1736.
- Ferreti, V. (2011). A multicriteria spatial decision support system development for siting a landfill in the province of Torino (Italy). *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 18(5-6), 231-252.
- Gebremedhin, E. G., Tekile, A. K., & Reddythota, D. (2023). Identification of suitable solid waste disposal site by using gis based multi criteria: A case study of Adama town, Ethiopia. *Geology, Ecology, and Landscapes*, DOI: 10.1080/24749508.2023.2245188.
- Gorsevski, P. V., Donevska, K. R., Mitrovski, C. D., & Frizado, J. P. (2012). Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average. *Waste Management*, 32(2), 287-296.
- Hanine, M., Boutkhoul, O., Maknissi, A. E., Tikniouine, A., & Agouti, T. (2016). Decision making under uncertainty using PEES–fuzzy AHP–fuzzy TOPSIS methodology for landfill location selection. *Environment Systems and Decisions*, 36, 351-367.
- Isalou, A. A., Zamani, V., Shahmoradi, B., & Alizadeh, H. (2013). Landfill site selection using integrated fuzzy logic and analytic network process (F-ANP). *Environmental Earth Sciences*, 68, 1745-1755.
- Karasan, A., Ilbahar, E., & Kahraman, C. (2019). A novel pythagorean fuzzy AHP and its application to landfill site selection problem. *Soft Computing*, 23, 10953-10968.
- Kebede, H. A., & Ayenew, W. A. (2023). Solid waste disposal site selection analysis using geospatial technology in Dessie city Ethiopia. *Heliyon*, 9(8), 1-12.
- Kemeç, S., & Abdalla, L. H. (2019). Academic research in science and engineering. İçinde M. Dalkılıç (Ed.). *Katı atık miktarının kestirimi ve cbs destekli çok ölçütlü karar verme analizi ile depolama alanı yer seçimi; Süleymaniye / Irak örneği* (s. 95-104). Ankara: Gece Kitaplığı.
- Khodaparast, M., Rajabi, A. M., & Edalat, A. (2018). Municipal solid waste landfill siting by using GIS and analytical hierarchy process (AHP): A case study in Qom city, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 77(52), 1-12.
- Khorsandi, H., Faramarzi, A., Aghapour, A. A., & Jafari, S.J. (2019). Landfill site selection via integrating multi-criteria decision techniques with geographic information systems: A case study in Naqadeh, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 1-16.
- Kumar, S., & Hassan, M. I. (2013). Selection of a landfill site for solid waste management: An application of ahp and spatial analyst tool. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 41, 45-56.
- Liu, H. C., You, J. X., Chen, Y. Z., & Fan, X. J. (2014b). Site selection in municipal solid waste management with extended VIKOR method under fuzzy environment. *Environmental Earth Sciences*, 72, 4179-4189.
- Liu, H. C., You, J. X., Fan, X. J., & Chen, Y. Z. (2014a). Site selection in waste management by the VIKOR method using linguistic assessment. *Applied Soft Computing*, 21, 453-461.
- Llurdés, J. C., Sauri, D., & Cerdan, R. (2003). Ten years wasted: The failure of siting waste facilities in central catalonia, spain. *Land Use Policy*, 20(4), 335-342.
- Makan, A., Malamis, D., Assobhei, O., Loizidou, M., & Mountadar, M. (2012). Multi-criteria decision analysis for the selection of the most suitable landfill site: Case of Azemmour, Morocco. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 7(2), 96-109.

- Makonyo, M., & Msabi, M. M. (2022). Potential landfill sites selection using GIS-based multi-criteria decision analysis in Dodoma capital city, central Tanzania. *GeoJournal* 87, 2903-2933.
- Mallick, J. (2021). Municipal solid waste landfill site selection based on fuzzy-ahp and geoinformation techniques in Asir region Saudi Arabia. *Sustainability*, 13(3), 1-29.
- Mishra, A. R., & Rani, P. (2021). Multi-criteria healthcare waste disposal location selection based on Fermatean fuzzy WASPAS method. *Complex & Intelligent Systems*, 7, 2469-2484.
- Mussa, A., & Suryabhagavan, K. V. (2021). Solid waste dumping site selection using GIS-based multi-criteria spatial modeling: a case study in Logia town, Afar region, Ethiopia. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 5(3), 186-198.
- Nazari, A., Salarirad, M. M., & Bazzazi A. A. (2012). Landfill site selection by decision-making tools based on fuzzy multi-attribute decision-making method. *Environmental Earth Sciences*, 65, 1631-1642.
- Nemati, A., Zolfani, S. H., & Khazaelpour, P. (2023). A novel gray FUCOM method and its application for better video games experiences. *Expert Systems with Applications*, 234, 1-20.
- Önüt, S., & Soner, S. (2008). Transshipment site selection using the ahp and topsis approaches under fuzzy environment. *Waste Management*, 28(9), 1552-1559.
- Özkan, B., Özceylan, E., & Sarıççek, İ. (2019). Gis-based mcdm modeling for landfill site suitability analysis: A comprehensive review of the literature. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 30711-30730.
- Özkan, B., Sarıççek, İ., & Özceylan, E. (2020). Evaluation of landfill sites using GIS-based MCDA with hesitant fuzzy linguistic term sets. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 42908-42932.
- Pamučar, D., Stević, Ž., & Sremac, S. A. (2018). New model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (fucm). *Symmetry*, 10(9), 1-22.
- Rezaeisabzevar, Y., Bazargan, A., & Zohourian, B. (2020). Landfill site selection using multi criteria decision making: Influential factors for comparing locations. *Journal of Environmental Sciences*, 93, 170-184.
- Sadeghi, H., Darzi, A. G., Voosoghi, B., Garakani, A. A., Ghorbani, Z., & Mojtahedi, S. F. F. (2023). Assessing the vulnerability of Iran to subsidence hazard using a hierarchical FUCOM-GIS framework. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 31, 1-20.
- Sevindi, C., Demir, Ş., & Bekar, Ö. A. (2019, Mart). *Erzincan Belediyesi Kentsel Katı Atık Yönetim Planı Kapsamında Yeni Depolama Alanlarının Tespiti ve Haritalanması*. I. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresinde sunulmuş bildiri, Gümüşhane Üniversitesi-Kilis Üniversitesi, Mersin.
- Soroudi, M., Omrani, G., Moataar, F., & Jozi, S. A. (2018). A comprehensive multi-criteria decision making-based land capability assessment for municipal solid waste landfill siting. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 27877-27889.
- Şener, E., & Şener, Ş. (2020). Landfill site selection using integrated fuzzy logic and analytic hierarchy process (ahp) in lake basins. *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 1-16.
- Şener, Ş., Şener, E., Nas, B., & Karagüzel, R. (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste Management*, 30(11), 2037-2046.
- Tutak, E. (2023). Denizcilik politikalarının ağ yönetimi yaklaşımıyla kamu politikası açısından değerlendirilmesi: AB örneği. *UPA Strategic Affairs*, 4(1), 129-159.

- Umar, U. M., & Naibbi, A. I. (2021). Analysis and suitability modeling of solid waste disposal sites in Kano metropolis, Nigeria. *Geocarto International*, 36(12), 1409-1427.
- Uyan, M., & Yalpir, Ş. (2016). Çok kriterli karar verme modeli ve cbs entegrasyonu ile tıbbi atık sterilizasyon tesislerinin yer seçimi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 642-654.
- Uzun, O., Aksoy, N., & Karagül, R. (2010). Düzce ili olası katı atık bertaraf tesisi sahalarının yer seçimi kriterleri açısından değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 6(2), 23-29.
- Wanore, T. D., Angello, Z. A., & Fetanu, Z. M. (2023). Optimized landfill site selection for municipal solid waste by integrating gis and multicriteria decision analysis (mcda) technique, Hossana Town, Southern Ethiopia. *Heliyon*, 9(11), 1-18.
- Wichapa, N., & Khokhajaikiat, P. (2018). A hybrid multi-criteria analysis model for solving the facility location-allocation problem: A case study of infectious waste disposal. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 50(5), 698-718.
- Yao, L., Xu, Z., & Zeng, Z. (2020). A soft-path solution to risk reduction by modeling medical waste disposal center location-allocation optimization. *Risk Analysis*, 40(9), 1863-1886.
- Yazdani, M., Tavana, M., Pamučar, D., & Chatterjee, P. (2020). A rough based multi-criteria evaluation method for healthcare waste disposal location decisions. *Computers & Industrial Engineering*, 143, 1-25.
- Zarin, R., Azmat, M., Naqvi, S. R., Saddique, Q., & Ullah, S. (2021). Landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP, and WLC method based on multi-criteria decision analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 19726-19741.
- Zewdie, M. M., & Yeshanew, S. M. (2023). GIS based MCDM for waste disposal site selection in Dejen town, Ethiopia. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18, 1-18.
- Zhang, C., Hu, Q., Zeng, S. ve Su, W. (2021). IOWLAD-based MCDM model for the site assessment of a household waste processing plant under a Pythagorean fuzzy environment. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 1-11.

Ekler

Ek-1: Atık Bertaraf Tesis Yer Seçim Problemlerinde Kullanılmış Olan Kriterler

Yazar(lar), Yıl	Ana Kriterler	Alt Kriterler
Banar vd., 2007	*Fayda kriterleri	-İş gücü
		-Kapasite ve faydalı ömür
		-Enerji geri kazanımı
		-Kazı maliyeti
	*Maliyet kriterleri	-Gaz izleme maliyeti
		-Yeraltı suyu izleme maliyeti
		-Arazi masrafı
		-Taşıma ücreti
		-Liner sistem maliyeti
	*Risk kriterleri	-Halkın tepkileri
		-Sağlık etkileri
		-Ekolojik riskler
		-Site ödeneği
		-Geliştirme ve işletme
Chang vd., 2008	*Çevresel ve ekolojik etki	-
	*Ulaşım sorunları	
	*Kamu rahatsızlığı	
	*Ekonomik etki	
	*Tarihi alanlar üzerindeki etki	
Önüt & Soner, 2008	*Endüstriyel katı atıklara yakınlık	-
	*Evsel katı atıklara yakınlık	
	*Taşıma kolaylığı	
	*Gereklilik	
	*Yerleşim alanına yakınlık	
Ekmekçioğlu vd., 2010	*Hidroloji	-
	*Bitişik arazi kullanımı	
	*Topografya ve topraklar	
	*İklim	
	*Flora ve fauna	
	*Alan kapasitesi	
	*Yollara erişim	
Şener vd., 2010	*Ekonomik kriterler	-Yoldan uzaklık
		-Yükseklik
		-Eğim
		-Yerleşim yerlerine uzaklık
	*Çevre kriterleri	-Yüzey suyundan uzaklık
		-Korunan alanlara uzaklık
		-Jeoloji/Hidrojeoloji
		-Arazi kullanımı

Uzun vd., 2010	*Yerleşim birimlerinin 250m'lik tampon zonda bulunması	
	*Yerleşim birimlerinin 1000m'lik tampon zonda bulunması	
	*Yakın çevrede su kuyuları bulunması	
	*Su havzası etkileşimi	
	*Ekolojik, bilimsel veya tarihi değerleri olan koruma alanlarından uzaklık	
	*Askeri alanlar	
	*Sel bölgeleri	
	*Havaalanına olan uzaklık	
	*Mezarlıklar	
	*Sahanın elde edilmesi	
	*Tarım alanları ile ilişkisi	
	*Toplama alanından atıkların uzaklığı	
	*Ulaşım-Ana yola uzaklık	
	*Altyapı durumu	-
	*Jeolojik kısıtlamalar	
	*Hidrojeolojik ve toprak ile ilgili kısıtlamalar	
	*Yüzey örtüsü ve alt tabakada kullanılacak malzemenin mevcudiyeti	
	*Turistik ve eğlence alanlarına uzaklık	
	*Endüstriyel alanlara uzaklık	
	*Meteorolojik durum	
	*Topoğrafya ve Eğim	
	*Yeterli arazinin mevcudiyeti	
	*Yüzeyin brüt-net ilişkisi	
	*Floranın ekolojik değeri	
	*Faunanın ekolojik değeri	
	*Ekosistemler üzerindeki zararlı etki	
	*Peyzajın kültürel ve tarihi değeri	
	*Görsel peyzaj kalitesi	
Ferreti, 2011		- Tehlikeli endüstrilere uzaklık
	*Sosyo-ekonomik yönler	- Yollara uzaklık
		- Nüfus yoğunluğu
		- Emlak
		- Korunan alanlara uzaklık
	*Biyotik çevre	- Su kalitesi indeksi
		- Doğallık indeksi
		- Atık üretim merkezine uzaklık
	*Konum özellikleri	- İnsan yerleşimlerine uzaklık
		- Mevcut depolama alanlarına olan mesafe
		- Yüzey suyuna uzaklık
		- Yeraltı suyu derinliği
		- Litoloji
	*Fiziki çevre	- Arazi kullanımı
		- Arazi yüzeyinin eğimi
		- Heyelan
		- Islah alanlarına uzaklık
		- Taşkın alanları

Donevska vd., 2012	*Çevresel faktörler	-Eğim
		-Yükseklik
		-Nehirlerden uzaklık
		-Göllerden uzaklık
		-Su kaynaklarından uzaklık
		-Arazi kullanımı
		-Hidrojeoloji
		-Fay hatlarından uzaklık
		-Kentsel ve kırsal alanlardan uzaklık
		-Yollara yakınlık
Effat & Hegazy, 2012	*Ekonomik faktörler	-İnşaat malzemelerine yakınlık
		-Nüfus yoğunluğuna yakınlık
		-Geçirgenlik
		-Yer altı suyu derinliği
		-Bölgeye olan mesafe
		-Fay hatlarına olan mesafe
		-Kıyılara uzaklık
		-Koruyuculara uzaklık
		-Yüksek mertebeye olan mesafe
		-Şehirlere uzaklık
Gorsevski vd., 2012	*Çevre teması	-Eğim
		-Güç kaynağına uzaklık
		-Ulaşılabilirlik
		-Arkeolojik alanlara uzaklık
		-Havalimanlarına uzaklık
		-Yükseklik
		-Eğim
		-Nehirden uzaklık
		-Göllerden uzaklık
		-Kaynaklara uzaklık
Gorsevski vd., 2012	*Ekonomik tema	-Arazi kullanımı
		-Hidrojeoloji
		-Fay hatlarına olan uzaklık
		-Kentsel ve kırsal alanlara uzaklık
		-Yollara yakınlık
		-İnşaat malzemelerine yakınlık
		-Yoğun nüfusa yakınlık
		-Eğim
		-Nehirden uzaklık
		-Göllerden uzaklık
Gorsevski vd., 2012	*Sosyal tema	-Kaynaklara uzaklık
		-Arazi kullanımı
		-Hidrojeoloji
		-Fay hatlarına olan uzaklık
		-Kentsel ve kırsal alanlara uzaklık
		-Yollara yakınlık
		-İnşaat malzemelerine yakınlık
		-Yoğun nüfusa yakınlık
		-Eğim
		-Nehirden uzaklık

Nazari vd., 2012	*Çevresel	-Sulak alanlar
		-Taşkın yatakları
		-Yeraltı suyu tablaları
		-Yeraltı sularının kalitesi
		-Doymuş bölgelerin kalınlığı
		-Yeraltı suyu kaynakları
		-Yüzey suyu kaynakları
		-Hassas ekosistemlerin varlığı
		-Yağış
		-Rüzgâr yönü
	*Ekonomik	-Yerleşim bölgesi
		-Atık taşıma maliyeti
		-Kazı maliyeti
		-Operatör maliyeti
		-Arsa değeri
		-Toprak ve astar taşıma maliyeti
		-Ekipman ve operatör sayısı
		-Restorasyon maliyeti
	*Teknik	-Saha kapasitesi
		-Havalimanı
		-Karayolu ve demiryolu
		-Altyapı
		-Arazi kullanımı
		-Ulaşılabilirlik
		-Karlı ve buzlu dönemler
		-Terk edilmiş madenler, kuyular ve eski taş ocakları gibi özel imha yerleri
	*Sosyal	-Toplumsal kabul
		-Askeri, endüstriyel ve spor alanlarının varlığı
		-Tarihi alanların varlığı
		-Estetik görünüm
		-İş fırsatlarının varlığı
		-Yerel mevzuat
		-Restorasyon ihtiyaçları
	*Jeolojik	-Geçirgenlik
		-Fay hattı alanlarının varlığı
		-Sismik alan
		-Yüzey jeolojisi
		-Topografya (eğim ve yükseklik)
		-Antiklinal ve senklinal
Kumar & Hassan, 2013	*Jeoloji	-
	*Yerleşim bölgesi	-
	*Ulaşım ağı	-
	*Sulak alanlar	-
	*Ormanlar	-
Isalou vd., 2013	*Yer altı suları	-
	*Doğa ve topografya	-Yükseklik
		-Eğim
		-Rüzgâr yönü
	*Genel kriterler	-Arazi kullanımı
		-Jeoloji
		-Toprak

Afzali vd., 2014	*Yer altı sularının derinliği	
	*Yüzey su kaynaklarına olan uzaklık	
	*Eğim	-
	*Geçirgenlik	
	*Fay hatları	
	*Çevre açısından hassas alanlar	
	*Yerleşim alanlarına olan uzaklık	
	*Arazi kullanımı	-
Liu vd., 2014	*Ana yollara uzaklık	
	*Taşkın ovaları	
	*Bitişik arazi kullanımı	
	*İklim	-
	*Karayolu erişimi	
Bayhan, 2015	*Maliyet	
		-Yerleşim alanlarına uzaklık
		-Su kaynaklarına uzaklık
		-Yeraltı su seviyesi
	*Çevresel faktörler	-Tarımsal alanlara uzaklık
		-Endüstriyel alanlara uzaklık
		-Koruma (sit) alanlarına uzaklık
		-Askeri alanlara uzaklık
		-Havaalanlarına uzaklık
		-Mevcut depolama alanlarına uzaklık
	*Ekonomik faktörler	-Nüfus yoğunluğuna yakınlık
		-Ulaşım yollarına yakınlık
		-Arazi maliyetleri
	*Fiziki-jeolojik faktörler	-Toprak geçirgenliği
		-Eğim (topoğrafya)
Beskese vd., 2015		-Hâkim rüzgâr yönü
		-Fay hatlarından uzaklık
		-Taşkın (sel) bölgelerinden uzaklık
		-Taşıma mesafesi
	*Mevcut arazi alanı	-Konum kısıtlamaları
		-Arazi kullanımı
		-Toprak yapısı
	*Toprak koşulları ve topografya	-Jeolojik koşullar
		-Hidrojeoloji
		-Yüzey suyu hidrolojisi
	*Klimatolojik ve hidrolojik koşullar	-Yerel iklim koşulları
		-Rüzgâr yönü
		-İnşaat malzemelerine yakınlık
	*Ekonomik hususlar	-Mevcut ulaşım hatları
		-Arsa fiyatları
Bahrani vd., 2016		-Jeoloji
		-Toprak dokusu
	*Fiziksel kriterler	-Fay hatlarından uzaklık
		-Eğim
		-Yükseklik
		-Yüzey sularından uzaklık
		-Nüfus merkezlerine uzaklık
		-Arazi kullanımı
	*Sosyo-ekonomik kriterler	-Tarihi alanlara uzaklık
		-Endüstri alanlarına olan uzaklık
		-Güç hatlarına uzaklık
		-Atık üretim merkezlerine yakınlık
	*Teknik ve operasyonel kriterler	-Yer altı su yataklarından ve kuyulardan uzaklık
		-Yollara yakınlık
	*Ekolojik ve biyolojik kriterler	-Milli parklara olan uzaklık

Hanine vd., 2016	*Ekonomik kriterler	-Arsa fiyatı -Mevcut ulaşım -Ekonomik ilerleme üzerindeki etkisi -Altyapı maliyeti	
	*Mevcut arazi kriterleri	-Arazi örtüsü ve arazi kullanımı -Mesafe -Yerel kısıtlamalar -Nehirlere uzaklık	
	*Toprak koşulları ve topografya kriterleri	-Toprak tipi -Yeraltı suyu kalitesi -Su kuyularına olan mesafe -Yerleşim alanlarına uzaklık	
	*Sosyal ve kültürel kriterler	-Tarihi yerlere uzaklık -Yerleşim alanlarına uzaklık	
	*Konut ve sanayi alanlarına uzaklık		
	*Jeoloji		
	*Arazi kullanımı		
	*Eğim	-	
	*Yollar ve demiryollarına uzaklık		
	*Nehirler, göller, sulak alanlar, kıyı bölgesi ve baraj alanlarından uzaklık		
	Uyan & Yalprı, 2016		
Khodaparast vd., 2018	*Tasarım kriterleri	-Güç hattından uzaklık -Erişim yollarının ağı -Havaalanlarına uzaklık -Tuzlu alanlardan uzaklık -Arazi kullanımı	
	*Çevresel ve sosyal kriterler	-Kentsel alanlara uzaklık -Kırsal alanlara uzaklık -Tarihi yerlere uzaklık -Yeraltı sularının korunması -Su kuyularına uzaklık	
	*Hidrografi-jeomorfoloji kriterleri	-Fay bölgesine uzaklık -Eğim	
	*Jeoloji		
	*Çevresel etkiler		
	*Eğim		
	*Toprak derinliği		
	*Erozyon		
	*Yerleşim alanına uzaklık		
	*Yoldan uzaklık		
	*Fay hatlarına olan mesafe		
	*Altyapıya uzaklık		
*Havaalanına uzaklık			
Soroudi vd., 2018	*Altyapı	-Kamu hizmetleri -Trafik -Alan boyutu -Bölgenin özellikleri -Sel geçmişi -Nüfus yoğunluğu -Belediye yöneticilerinin tutumları -Belediyelerin yeteneği -Bölge sakinlerine olan mesafe -Kamu su kaynaklarından uzaklık	
	*Jeolojik		
	*Çevresel ve sosyal		
Wichapa & Khokhajaikiat, 2018			

Karasan vd., 2019	*Çevresel kriterler	-Yeraltı suyu derinliği -Arazi kullanımı -Yükseklik ve eğim -Koku sıkıntısı
	*Sosyal kriterler	-Kentsel yerleşim yerlerine olan uzaklık -Halkın tepkisi -Tarihi ve kültürel mekânlara olan uzaklık
	*Ekonomik kriterler	-Arazi masrafı -Taşıma ücreti
	*Operasyonel kriterler	-Yollara olan mesafe -Atık kaynağına olan uzaklık -Havaalanlarına olan uzaklık
	*Hidrolojik	-Su kuyuları -Nehirler
	*Topografik	-Yükseklik -Eğim -Toprak türleri
	*Arazi	-Arazi kullanımı -Tarımsal arazi kullanımı -Rüzgâr yönü
	*Ulaşılabilirlik	-Yollara erişim -Havaalanına erişim -Kentsel merkezler
	*Sosyal ve Kültürel	-Köyler -Arkeolojik alanlar -Askeri alanlar -Endüstriyel alanlar
	*Altyapı	-Güç hatları
Khorsandi vd., 2019	*Çevresel kriterler	-Yeraltı sularının derinliği -Nehirlere ve derelere olan mesafe -Sulak alanlardan uzaklık -Göller ve Barajlar
	*Fiziksel kriterler	-Jeoloji -Eğim yüzdesi -Faylardan uzaklık -Yükseklikler -Toprak derinliği
	*Sosyo-ekonomik kriterler	-Arazi kullanımları -Şehir merkezlerine uzaklık -Kırsal alanlara uzaklık -Yollardan uzaklık
	*Erişim faktörleri	-Güç hatlarına olan uzaklık
	*Yerleşim merkezleri	
	*Ulaşım yolları	
	*Akarsular, göller, sulak alanlar	
	*Topografik eğim	
	*Bakı	-
	*Litoloji	
Sevindi vd., 2019	*Faylar	
	*Toprak grupları	
	*Mevcut arazi kullanımı	

Egthesadifard vd., 2020	*Ekonomik	-Arazi fiyatı
		-Yollara olan uzaklık
		-Nehirlere uzaklık
	*Çevresel	-Göllerden uzaklık
		-Otlaklardan uzaklık
		-Orman bölgelerine olan uzaklık
		-Tarım arazilerine olan uzaklık
	*İklim	-İklim koşulları
		-Sel tehlikesi olan bölgelere uzaklık
	*Jeolojik	-Arazi eğimi
Özkan vd., 2020		-Arazi özellikleri
		-Rakım
	*Sosyal	-Yerleşim alanlarına olan uzaklık
		-Yüzey suyu
		-Jeoloji
		-Yeraltı suyu
	*Çevresel kriterler	-Sahil şeridi
		-Erozyon
		-Heyelan
		-Yağış
Rezaeisabzevar vd., 2020		-Sıcaklık
		-Deprem
		-Karayolları
	*Sosyal ve Ekonomik kriterler	-Yerleşim bölgeleri
		-Eğim
		-Yükseklik
		-Arazi kullanımı
	*Fiziksel ve çevresel faktörler	-Yeraltı suyu derinliği
		-Yüzey suyu
		-Yükseklik
Rezaeisabzevar vd., 2020		-Arazi eğimi
		-Toprak geçirgenliği
		-Toprak stabilitesi
		-Sel baskınları
		-Litoloji ve tabakalaşma
		-Fay hatları
		-Arazi tipi/kullanımı
	*Sosyal faktörler	-Yerleşimler ve kentleşme
		-Kültürel alan
		-Korunan alanlar
		-Rüzgâr yönü
		-Yollar
		-Demiryolları
	*Altyapı ve ekonomik faktörler	-İnşaat malzemelerine yakınlık
		-Gaz boru hatları, petrol boru hatları ve enerji hatları
		-Havalimanları

Şener & Şener, 2020	*Hidrojeolojik kriterler	-Akifer tipi -Yeraltı suyunun derinliği -Yüzey sularından uzaklık	
	*Çevresel kriterler	-Arazi kullanımı -Çevresel etkiler -Korunan alanlara uzaklık	
	*Sosyo-ekonomik kriterler	-Eğrilik -Eğim -Yükseklik -Ulaşım ağı -Atık üretim alanı -Arazi fiyatı	
	*Ekonomik faktörler	-Nakliye ve Bakım Maliyeti -Genişleme imkânı -Giriş ve emisyon potansiyeli riski -Kent ve kent altyapısına yakınlık	
	*Çevresel faktörler	-Atık ayrıştırma tesislerine olan mesafe -Coğrafi ve jeolojik koşullar -Mevcut çevre dostu tesisler -İşgücünün mevcudiyeti	
	*Sosyal faktörler	-Yerel ve bölgesel düzenlemeler -Yer seçimiyle ilgili olarak konut sakinlerindeki memnuniyet düzeyi	
	Abad vd., 2021	*Nehirden uzaklık	-
		*Kuyulardan ve su kemerlerinden uzaklık	
		*Yeraltı suyu derinliği	
		*Yollardan uzaklık	
*Köye uzaklık			
*Jeoloji			
*Arazi kullanımı			
*Eğim			
*Toprak deseni			
*Yağış			
*Şehirden uzaklık			
Mallick, 2021	*Çevresel faktörler	-Drenaj yoğunluğu -Çizgisellik yoğunluğu -Jeoloji -Yağış -Eğim -Yükseklik	
	*Sosyo-ekonomik faktörler	-Yollara uzaklık -Havaalanına uzaklık -Olası sızma ve emisyon riski -Kent altyapısına ve topluma uzaklık	
	*Çevresel faktörler	-Atık ayırma tesislerine olan mesafe -Coğrafi ve jeolojik koşullar -Yaygın çevre dostu hizmetler	
	*Ekonomik faktörler	-Belirli bir bölgedeki arazi fiyatı ve diğer maliyetler -Gelecekteki genişleme olasılığı -Çalışanların mevcudiyeti	
	*Sosyal faktörler	-Çevreye, bölgesel kurallara ve protokollere karşı duyarlılık -Bölge sakinlerinin yer seçiminden memnuniyet düzeyi	

Mussa & Suryabhadgavan, 2021	*Arazi kullanımı/arazi örtüsü	-
	*Jeolojik yapılar	
	*Litoloji	
	*Eğim	
	*Nehirlerle olan mesafe	
	*Yerleşik	
	*Yol	
	*Toprak	
Zarin vd., 2021	*Drenaj	-
	*Kuyu noktaları	
	*Yollara olan mesafe	
	*Tren yolunun mevcudiyeti	
	*Su kütlelerine olan mesafe	
	*Arazi kullanımı	
	*Arazi örtüsü	
	*Yerleşim alanlarının varlığı	
Zhang vd., 2021	*Toprak tipi	-
	*Eğim	
	*Nüfus yoğunluğu	
	*Yapım maliyeti	
	*Mevcut evsel atık işleme tesislerinin yenilenmesinin maliyet üzerindeki etkisi	
	*Trafik verimliliği	
Alkan & Kahraman, 2022	*Çevredeki sakinler üzerindeki etki	-
	*Evsel atık işleme kapasitesi dengesi	
	*En yakın mevcut evsel atık işleme tesisine olan mesafe	
Makonyo & Msabi, 2022		-

Ayyıldız & Erdoğan, 2023	*Ekonomik faktörler	-Arazi maliyeti
		-Ulaşım maliyetleri
		-İşgücü maliyeti
		-Yapım maliyeti
		-İşletme ve bakım maliyetleri
		-Genişleme imkânı
	*Çevresel faktörler	-Teşvikler
		-Ekolojik etkiler
		-Flora ve fauna
		-Tarımsal uygunluk
		-Hava kirliliği
		-Orman alanlarına uzaklık
	*Sosyal faktörler	-Gürültü
		-Yerleşim alanlarına uzaklık
		-Yerel sakinlerin onayı
		-Politik destek
		-İşgücü imkânı
		-Turizm alanlarına uzaklık
	*Coğrafik faktörler	-Yerel kalkınma
		-Aktif jeolojik fay alanları
		-Su kaynaklarına uzaklık
		-Yeraltı suyu tablasının derinliği
		-Topografik eğim
		-Arazi yüksekliği
Chakraborty vd., 2023	*Ulaşılabilirlik	-Litoloji
		-Arazi kullanımının uygunluğu
		-Altyapı ve enerji hatlarına yakınlık
		-Yollara yakınlık
		-Ofislere yakınlık
		-Endüstriyel alanlara yakınlık
	*İklim	-Trafik
		-Restoranlara ve alışveriş merkezlerine yakınlık
		-Eğitim kurumlarına yakınlık
		-Taşkın yatakları
		-Sıcaklık
		-Rüzgâr yönü
Chen, 2023	*Arsa maliyeti/fiyatı	-Yağış
		-Çölleşmiş araziler
	*Genişleme kapsamı	
	*Karayolu erişimi	
	*Güvenli mesafe	
	*Halkın kabulü	
	*Çevre dostu	
	*Maliyet	
	*Atık artıkları	
	*Atık bırakmaların sağlık üzerindeki etkileri	
	*Güvenilirlik	
	*Tedavi etkinliği	
	*Toplum kabulü	

Kebede & Ayenew, 2023	*Arazi kullanımı ve arazi örtüsü	-
	*Kent merkezi	
	*Dini kurumlar	
	*Okullar	
	*Yollar	
	*Nüfus yoğunluğu	
	*Drenaj	
	*Yer altı suları	
	*Toprak	
	*Eğim	
Wanore vd., 2023	*Yerleşim alanı	-
	*Arazi kullanımı	
	*Ayırt edici özellikler	
	*Su kuyuları	
	*Yollar	
	*Eğim	
	*Nehirler	
	*Korunan bölgeler	
Zewdie & Yeshanew, 2023	*Toprak tipi	-
	*Yerleşim yerine uzaklık	
	*Yollara uzaklık	
	*Nehirlere uzaklık	
	*Eğim	
	*Arazi kullanımı	
	*Bakı ve rüzgâr yönü	
	*Jeomorfoloji	
	*Litoloji	
	*Yükseklik	
	*Çizgisellik yoğunluğu	