

Nevşehir İli Uygun Katı Atık Depolama Sahalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) Yöntemlerinin Entegrasyonu ile Belirlenmesi

Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU^{1*}, Cemil GEZGİN¹

¹Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray.

Sorumlu yazar e-posta: sbilgilioglu@aksaray.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0881-0396>
cemilgezgin@aksaray.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5951-0107>

Geliş Tarihi: 18.04.2022

Kabul Tarihi: 07.07.2022

Öz

Düzenli depolama, katı atıkların bertarafı için kullanılan en yaygın yöntemdir. Katı atık yönetimi bölgenin ekonomisi, ekolojisi ve çevre sağlığı üzerindeki muazzam etkisi nedeniyle şehir planlamasının önemli bir parçasıdır. Şehirlerde yaşama isteği ve şehirleşmenin artması ve ile birlikte daha fazla atık üretilmekte ve ne yazık ki atık sorunu her geçen gün daha da büyümektedir. Bu kapsamda yeni kurulacak depolama sahalarının optimal bir konuma inşa edilmesi katı atık yönetiminin en önemli konularından biridir. Bir depolama sahasının yerinin uygunluğu, genellikle sosyal, çevresel ve teknik kriterlerin eşzamanlı etkileri nedeniyle karmaşık bir süreçtir ve çeşitli kriterler ile düzenlemelere bağlıdır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) uygun yer seçimi gibi mekansal problemlerin çözümünde karar vericiler için önemli bir yöntemdir. Bu çalışmada Nevşehir ilinde katı atık depolama sahası için uygun yer seçimi yapmak amacı ile CBS ve ÇKKV yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatür çalışmaları ve uzman görüşleri dikkate alınarak dışlama ve değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Kriter önem dereceleri BAHS ile hesaplanarak katı atık depolama sahası için uygunluk haritası oluşturulmuş ve dokuz adet saha depolama için uygun bulunmuştur.

Anahtar kelimeler

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); Bulanık AHS; Yer seçimi; Katı Atık Depolama

Suitable Site Selection for Landfill with the Integration of Geographic Information Systems (GIS) and Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) Methods in Nevşehir

Abstract

Landfilling is the most ordinary technique used for the disposal of solid waste. Solid waste management is an essential section of city planning due to its immense effect on the economy, ecology and environment of the region. With the increase in urbanization and the desire to live in cities, more waste is produced and unfortunately the waste problem is getting worse rapidly. In this context, the construction of new repository areas in an optimal location is one of the most essential issues of solid waste management. The suitability of a landfill site is often a complex process and relies on various criteria and regulations, due to the simultaneous effects of social, environmental and technical criteria. Geographic Information Systems (GIS)-based Multi-Criteria Decision Making (MCDM) is an important method for decision makers in solving spatial problems such as appropriate site selection. In this study, Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP), one of the GIS and MCDM methods, were used in order to select the appropriate site for the solid waste landfill in Nevşehir province. For this purpose, exclusion and evaluation criteria were determined by conducting literature studies and taking expert opinions. By calculating the criterion importance levels with FAHP, a suitability map was produced for the solid waste landfill and up to nine areas were found suitable for storage.

Keywords

Geographic Information Systems (GIS); Fuzzy AHP; Site selection; Solid Waste Disposal

1. Giriş

Gün geçtikçe artan insan nüfusu ve buna bağlı gelişen antropojenik faaliyetler neticesinde değişen tüketim alışkanlıkları ve teknolojik gelişmelerle

birlikte küresel katı atık üretimi hızla artmaktadır (Rahmat vd. 2017). Genellikle katı ve sıvı olmak üzere iki ayrı şekilde sınıflandırılan atıklar, günlük insan yaşam aktiviteleri sonucunda ortaya çıkan ve

insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olan malzemelerdir (Bringi 2007, Sisay, 2021). Katı atıkların doğal rezervler, çevre ve halk sağlığına zarar vermeden uygun bir şekilde bertaraf edilmesi, son yıllarda mutlak bir zorunluluk halini almış ve atık yönetimi, günümüzde şehir planlamasındaki ana zorluklardan biri haline gelmiştir (Pires vd. 2010, Randazzo vd. 2018). Gelişmekte olan ülkelerde katı atık yönetimi konusunda düzenli depolama, yakma, geri dönüşüm ve kompostlaştırma gibi farklı yöntemler kullanılıyor olsa da söz konusu yöntemler arasında işletilmesinin daha basit ve düşük maliyetli olması nedeniyle düzenli depolama yöntemi diğer yöntemlere oranla daha sıklıkla kullanılmaktadır (Zahari vd. 2010, Khoram vd. 2015). Katı atık depolama sahası yer seçimi çalışmaları, ekonomi, çevre ve sağlık üzerindeki yaygın etkileri nedeniyle kentsel planlama sürecinde önemli bir konudur ve uygun olmayan depolama sahalarının çevresel, ekolojik ve ekonomik anlamda birçok olumsuz etkisi olabilmektedir. Örnek olarak bu alanlar, su, toprak ve hava kirliliğine yol açarak canlı sağlığı üzerinde tehlikelere yol açabilmektedir (Al-anbari vd. 2014, Kapilan ve Elangovan 2018, Karimi vd. 2019). Türkiye Atık Yönetimi Yönetmeliğinde de belirtildiği üzere; “Atıkların kaynağında ayrı toplanması, geçici depolanması, taşınması ve işlenmesi sırasında su, hava, toprak, bitki, hayvan ve insanlar için risk yaratmayacak, gürültü, titreşim ve koku yoluyla rahatsızlığa neden olmayacak, doğal çevrenin olumsuz etkilenmesini önleyecek ve böylece çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek yöntem ve işlemlerin kullanılması esastır” (AYY 2015). Bu nedenle, çevre üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirmek amacıyla düzenli depolama yapılacak alanların seçiminde tüm çevre standartlarına ek olarak sosyal ve ekonomik faktörler ile finansal giderlerin de dikkate alınması gerekmektedir (Eskandari vd. 2012, Khan vd. 2018).

Çeşitli çevresel, sosyal ve ekonomik faktörlerin bir arada değerlendirilerek analiz edilmesi, düzenli depolama sahası yer seçimi problemini karmaşık ve zaman alıcı bir süreç haline getirmektedir (Şener vd. 2006, Pan vd. 2019, Chabook vd. 2020). Bu kapsamda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), yüksek hacimli mekansal verileri, etkin bir şekilde depolama, analiz etme ve görselleştirme yeteneği

sebebiyle yer seçimi çalışmaları için çok önemli bir araç konumundadır ve birçok katı atık depolama sahası yer seçimi çalışmasında da kullanılmıştır (Kao ve Lin 1996, Zamorano vd. 2008, Şener vd. 2010, Torabi-Kaveh vd. 2016). Bununla birlikte, 1960'larda karar vericilerin yüksek miktarda karmaşık bilgiyi değerlendirirken karşılaştığı zorluklara yardımcı olması için geliştirilen Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Çay ve Uyan 2013, Uyan 2014, Kharat vd. 2016, Wang vd. 2018, Lin vd. 2020, Bilgilioğlu 2021, Ghosh vd. 2021). Bu yöntemin temel prensibi, karar verilecek problemi daha küçük ve anlaşılır parçalara bölerek, her bir parçayı ayrı ayrı analiz etmek ve ardından parçaları mantıklı bir şekilde bütünleştirme esasına dayanmaktadır (Malczewski 1997, Nas vd. 2010, Yeşilnacar vd. 2012). ÇKKV ve CBS'nin entegrasyonu, gerçekleştirilecek analizin zaman ve maliyet açısından doğru yönetilmesi, oluşabilecek hataların en aza indirgenmesi ve daha doğru karar verebilme imkanları sağlaması neticesinde karar vericiler için avantajlı bir yöntem haline gelmektedir ve bu özelliğiyle, yer seçimi çalışmalarında karşılaşılan mekansal problemleri çözmek adına önemli bir analitik yöntem olarak kabul edilmektedir (Gorsevski vd. 2012, Mallick vd. 2014, Vučijaka vd. 2016, Mallick vd. 2021). Bu sebeple de, ÇKKV ve CBS entegrasyonu, katı atık depolama sahası yer seçimi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Akbari 2008, Nas vd. 2010, Şener vd. 2010, Uyan 2014, Bahrani vd. 2016, Güler ve Yomraloğlu 2017, Pasalari vd. 2019, Tulun vd. 2021, Bilgilioğlu vd. 2021, Mallick 2021).

Türkiye’de yerli ve yabancı turistler tarafından en çok ziyaret edilen turistik bölgelerin merkezinde yer alan Nevşehir ilinde katı atık depolama sahası yer seçimine yönelik literatürde bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır. Nevşehir ilinde mevcutta bulunan sadece bir adet katı atık depolama sahasının yaz aylarında milyonlarca turist ile artan nüfus neticesinde yetersiz olacağı öngörülmekte olup yeni katı atık depolama tesislerinin kurulması gerekmektedir. Bu amaçla bu çalışmada, Nevşehir ili uygun katı atık depolama sahası yer seçimi çalışması CBS ve ÇKKV entegrasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, uzman görüşleri, mevcut yönetmelik ve

belirtilen bu dışlama kriterleri çalışma alanının tamamından çıkartılmıştır.

Çizelge 1. Kısıtlama parametreleri.

Faktör	Kısıtlamalar	Referanslar
Eğim	20%	(Akbari vd. 2008, Tadros 2009)
Havalimanlarına uzaklık	3000 m	(SHT-HES 2018)
Koruma bölgeleri	1000 m	(KAKY 1991)
Fay hatlarına uzaklık	300 m	(Ayaim vd. 2019, Kamdar vd. 2019)
Yollara yakınlık	300 m	(Alavi vd. 2013)
Yerleşim yerlerine uzaklık	1000 m	(KAKY 1991, Şener vd. 2010, Kamdar vd. 2019)
Akarsu ve yüzey su kaynaklarına uzaklık	2000 m	(SKKY 2004)

3.1 Kullanılan Kriterler

Yükseklik

Yüksek rakımlı alanlar katı atık depolama sahaları için uygun görülmemektedir (Barakat vd. 2017). Daha yüksekte bulunan alanlar ulaşımın zor olması sebebiyle daha fazla ulaşım maliyetlerine yol açarken, daha düşük yüksekliğe sahip alanlar ise sel riskini arttırmaktadır (Charnpratheep vd. 1997, Rezaeisabzevar vd. 2020). Çalışma alanına ait yükseklik haritasının üretilmesinde veri kaynağı olarak ALOS PALSAR sayısal yükseklik modeli (12,5 m) kullanılmıştır. Çalışma alanında yükseklikler 893 m ile 2013 m arasında değişmektedir (Şekil 2a).

Eğim

Eğim, katı atık depolama tesisleri için uygun yer seçimi çalışmalarında kullanılan kritik faktörlerden biridir. Eğimin yüksek olduğu bölgelerin depolama sahasının inşaat maliyetlerini arttırmamasından ötürü, düşük eğime sahip düz araziler depolama sahası kurulumu için daha uygundur (Bahrani vd. 2016, Chabook vd. 2020). Bunlara ek olarak, daha düşük eğimli araziler, toprak erozyonu riskini azaltmanın yanı sıra, katı atık depolama alanlarından çıkan kirleticilerin çevredeki alanlara sızmasını da önlemektedir (Demesouka vd. 2019, Kamdar vd. 2019, Karimi vd. 2020). Bu çalışmada kullanılan eğim haritası 12,5 m çözünürlüğe sahip ALOS PALSAR

sayısal yükseklik modeli kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 2b). Eğim derecesi %20'den fazla olan bölgeler, uygun olmayan alanlar olarak belirlenmiş ve çalışma alanından çıkartılmıştır (Çizelge 1).

Havalimanlarına uzaklık

Sivil Havacılık ve Genel Müdürlüğü havalimanı emniyet standartları talimatına göre katı atık depolama sahaları ve çöp içeren alanların uçakların kalkış ve inişinde tehlike yaratabilecek kuş ve yabani hayvanları bölgeye çekmesi ve bunun sonucunda uçuş güvenliği için risk oluşturmalarından dolayı bu alanların havalimanları çevresinde konumlandırılmaması gerekmektedir. Bu sebeple çalışma alanında bulunan Kapadokya havalimanına ait uzaklık analizi gerçekleştirilmiş ve üretilen harita Şekil 2c'de verilmiştir.

Drenaj yoğunluğu

Düzenli katı atık depolama sahaları zararlı su sızıntılarına neden olarak vadiler ve yüzey su kaynaklarını (Göl, gölet ve akarsular) kirletebilmektedir. Bu nedenle, katı atık depolama sahalarının yapımında ilgili alanların drenaj yoğunluğuna dikkat edilmelidir. Düşük drenaj yoğunluğuna sahip alanlar, katı atık sahaları için uygun alanlar olarak görülürken yüksek drenaj yoğunluğu ise uygunsuz görülmektedir (Mallick 2021). Bu çalışmada, drenaj yoğunluğu sayısal yükseklik modelinden üretilmiştir (Şekil 2d).

Koruma bölgeleri ve Turizm merkezlerine uzaklık

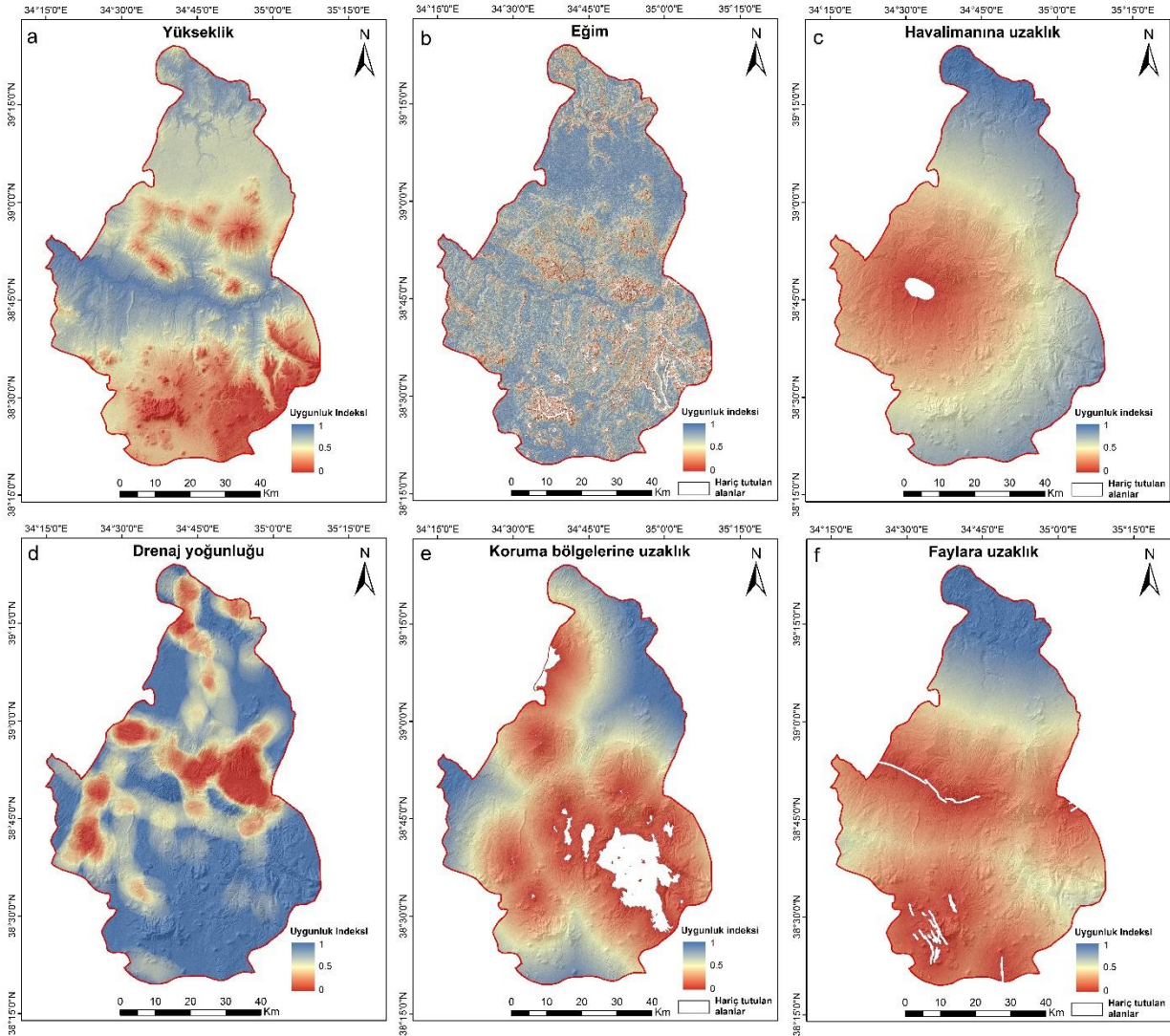
Düzenli katı atık depolama alanlarının, doğal sit alanları ve ekolojik koruma alanları (yaban hayatı koruma alanları, milli ve tabiat parkları vb.) üzerinde yol açacağı çeşitli çevre ve sağlık sorunlarına ek olarak bu tür alanların estetik değerlerinin mümkün olduğunca korunması gerektiğinden bu alanların yakın çevresine atık depolama alanları kurulmaması gerekmektedir. Ayrıca, katı atık depolama sahaları görsel ve koku kirliliği nedeniyle turizm merkezlerini olumsuz etkilemektedir ve bu sebeple depolama sahaları turizm merkezlerinden uzak bölgelere inşa edilmelidir (Effat ve Hegazy 2012, Kahraman vd. 2018, Tercan vd. 2020). Bu çalışmada koruma bölgeleri ile turizm merkezleri veri kaynağı olarak

Çevre Düzeni Planı ve bölgeden elde edilen halihazır haritalar kullanılmış ve Koruma bölgeleri ve Turizm merkezlerine uzaklık haritası üretilmiştir (Şekil 2e).

Fay hatlarına uzaklık

Katı atık depolama alanları, fay hatlarından uzak alanlarda olmalıdır, aksi takdirde olası bir deprem durumunda yakındaki mühendislik yapıları zarar görebilmektedir (Akbari 2008). Buna ek olarak,

fayların olmadığı veya faylardan güvenli uzaklıkta olan alanlar, faylar kayaların geçirgenliğini artırdığı ve yeraltı suyu kirliliğine yol açtığı için düzenli depolama sahası için uygun alanlardır (Moeinaddini vd. 2010, Bahrani vd. 2016). Bu çalışmada fay hatlarına ait veriler, MTA yer bilimleri görüntüleyicisi üzerinden sayısallaştırılarak elde edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak Fay hatlarına uzaklık haritası üretilmiştir (Şekil 2f).



Şekil 2. Değerlendirmede kullanılan kriterler (a: yükseklik, b: eğim, c: havalimanına uzaklık, d: drenaj yoğunluğu, e: koruma bölgelerine uzaklık, f: faylara uzaklık)

Geçirgenlik

Depolama sahasına ait zemin kaplamasının, sızıntı suyunun sızmasını engelleyememesi durumunda, altında bulunan toprak tabakası mümkün olduğunca bu sızıntı suyunun yeraltı suyuna sızmasını önleyebilmelidir (Cetin 1995, Mallick 2021). Depolama alanı tesis edilecek alanında az geçirimli kil ve şist birimleri bulunması depolama sahası

tabanı ile üst akifer arasında geniş bir dikey ayırım sağlayarak bu sızıntıyı engelleyebilmektedir (Rezaeisabzevar vd. 2020). Katı atık depolama sahası yer seçimi çalışmalarında genellikle geçirgenliği düşük (kil) zemine en yüksek değer, geçirgenliği yüksek (kum) zemine en düşük değer, diğer zeminlere ise ara değerler verilmektedir (Bahrani vd. 2016). İnceleme alanının jeoloji haritası, formasyon sınırları ve isimleri daha önce yapılan çalışmalardan

faydalanılarak belirlenmiştir (Atabey 1989a,b,c, Kara 1997, Afşin 2002, Kavurmacı 2010). İnceleme alanında çok sayıda formasyon bulunmaktadır; ancak bu formasyonlar geçirimli, yarı-geçirimli ve geçirimsiz olmak üzere üç birime ayrılarak değerlendirilmiştir (Şekil 3a).

Arazi kullanımı

Yavaş yenilenebilen bir kaynak olan toprağın bozulmasını ve kirlenmesini önlemek adına katı atık depolama sahaları orman veya tarım alanlarının yakınında veya içerisinde yer almamalıdır. Genellikle verimsiz ve düşük arazi değerine sahip alanlar, depolama için en uygun yerler olarak görülmektedir (Barakat vd. 2017, Rezaeisabzevar vd. 2020). Bu çalışmada kullanılan arazi kullanımı verisi, CORINE (2018)'den elde edilmiş ve arazi kullanımı haritası üretilmiştir (Şekil 3b).

Yollara yakınlık

Katı atık depolama sahaları, bağlantı yollarının inşaat maliyetlerini azaltmak, nakliye masraflarını düşürmek ve ayrıca atıkların işlenmesini hızlandırmak için mevcut yol ağlarına yakın bir mesafeye yerleştirilmelidir (KAKY 1991, Nas vd. 2010, Kaveh vd. 2016). Ancak, yola yakın yerleştirilen katı atık depolama alanlarının estetik açıdan kötü bir görüntü oluşturması nedeniyle bu tesislerin yola yakınlığı makul bir seviyede olmalıdır (Mallick 2021). Bu çalışmada yol ağı haritası (Şekil

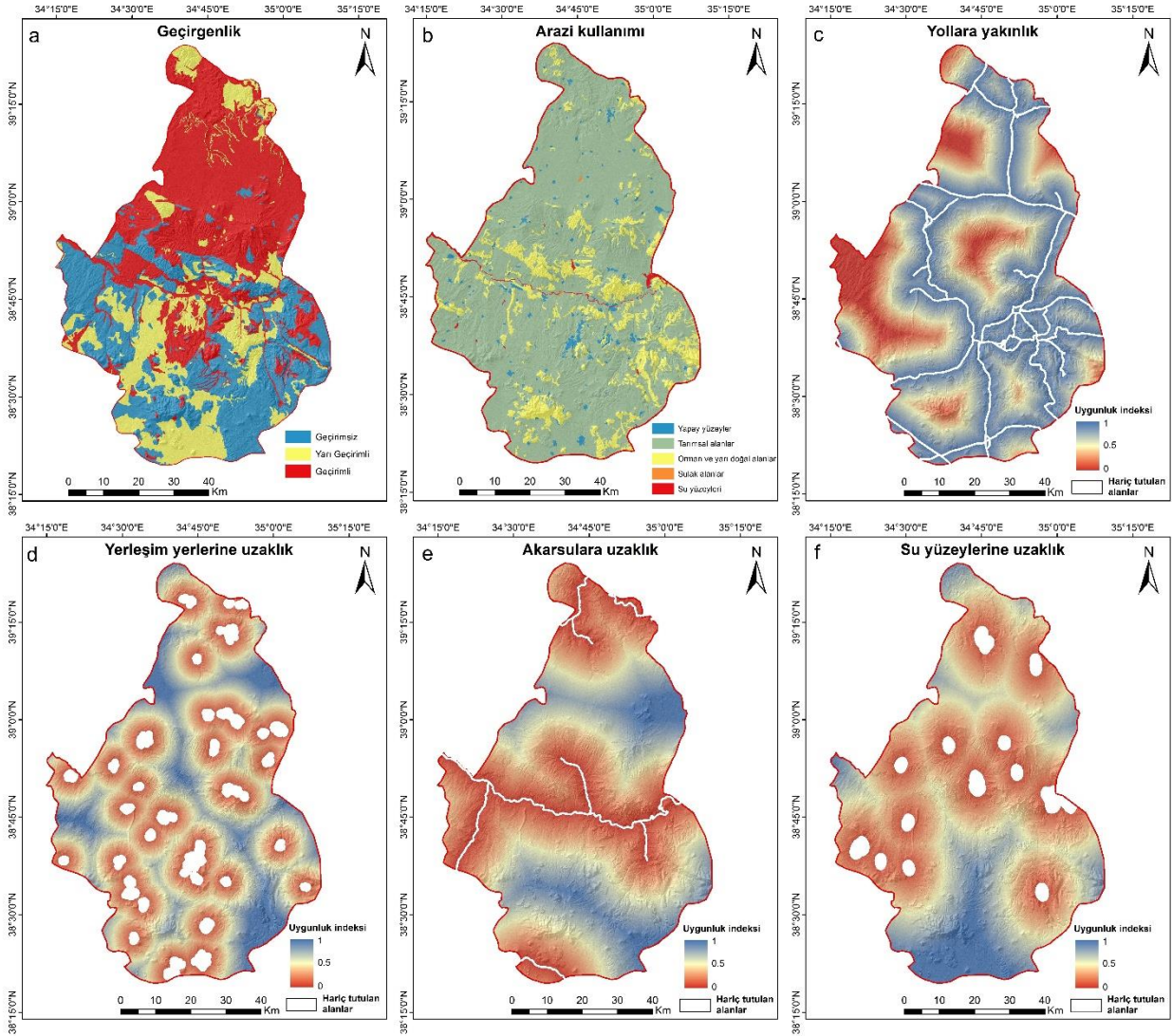
3c), Kırşehir-Nevşehir-Niğde-Aksaray Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı sayısallaştırılarak elde edilmiştir.

Yerleşim merkezlerine uzaklık

Katı atık depolama sahalarından yayılan çeşitli koku, toz ve gürültü kirliliği kentsel ve kırsal alanlar üzerinde istenmeyen etkilere neden olabilmektedir (Rahmat vd. 2017, Pasalari vd. 2019). Bu nedenle, Türkiye Katı Atık Kontrol Yönetmeliği (1991)'ne göre, yerleşim alanlarına 1000 m'den daha yakın bölgelere düzenli katı atık depolama alanları kurulamamaktadır. Bu çalışmada yerleşim merkezleri, Çevre Düzeni Planından sayısallaştırılarak elde edilmiş ve uzaklık haritası üretilmiştir (Şekil 3d).

Akarsu ve yüzey su kaynaklarına uzaklık

Katı atık depolama alanlarında oluşan sızıntı suyu ve kirli gazların, göller, sulak alanlar, göletler ve nehirleri kirletme potansiyeli bulunduğundan bu alanlar ile yüzey su kaynakları arasında bir tampon bölgeye ihtiyaç duyulmaktadır (Şener vd. 2010, Rezaeisabzevar vd. 2020). Ülkemizde bu tampon bölge, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre 2000 m olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada akarsu ve yüzey su kaynakları verileri, Çevre Düzeni Planından sayısallaştırılarak elde edilmiş ve akarsulara uzaklık (Şekil 3e) ile su yüzeylerine uzaklık (Şekil 3f) haritaları üretilmiştir.



Şekil 3. Değerlendirmede kullanılan kriterler (a: geçirgenlik, b: arazi kullanımı, c: yollara yakınlık, d: yerleşim yerlerine uzaklık, e: akarsulara uzaklık, f: su yüzeylerine uzaklık)

3.2 Bulanık AHS

ÇKKV modelleri, birden fazla kriterin birlikte değerlendirileceği karar problemlerinin çözümünde hızlı, kolay ve etkin kararlar almak için sıklıkla kullanılan bir araçtır (Akyol ve Alkan 2014, Uyan ve Yalpir 2016, Beyhan vd. 2020). Bu çalışmada, Niğde ili sınırları içerisinde kurulacak yeni bir katı atık depolama tesisi için bir ÇKKV modeli olan BAHS kullanılarak uygun yer seçimi yapılması amaçlanmıştır.

Üyelik fonksiyonlarının derecelendirilmesine olanak sağlayan bulanık küme teorisi Zadeh (1965) tarafından geliştirilmiştir. Klasik küme teorisinin en önemli eksikliklerinden birisi dilsel değişkenlerin sayısal olarak ifade edilememesidir. Bu sebeple AHS gibi klasik küme teorisine dayalı yöntemler insan

düşünme tarzını tam olarak yansıtamamakta ve uzmanlardan alınan dilsel değişkenler ifade edilememektedir. Bulanık küme teorisinin temel amacı da dilsel değişkenleri formüle ederek bu problemleri çözmektir (Zadeh 1971).

Literatürde ÇKKV problemlerinin çözümünde farklı bulanık küme teorisine dayalı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışmada, özellikle CBS tabanlı uygun yer seçimi çalışmalarında araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilen (Güler ve Yomralıoğlu 2020, Bilgiliöğlü 2022) ve Chang (1996) tarafından geliştirilen mertebeli analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde göre, obje kümesi;

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve amaç kümesi;

$U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ olarak tanımlanmaktadır.

Ayrıca her bir obje için m tane merteye analizi (g_i) , $M_{(g_i)}^1, M_{(g_i)}^1, n, M_{(g_i)}^m$ $i = 1, 2, \dots, n$ şeklinde uygulanmaktadır. Oluşturulacak her bir objeye ait üçgensel bulanık sayı (l, m, u) şeklinde ifade edilmektedir. Bu ifade de yer alan parametreler; (l) en az olası değer, (m) en olası değer ve (u) en geniş olası değerdir. Yöntem genel olarak 4 adımdan oluşmaktadır.

1. Adım: (1) nolu eşitlik ile bulanık sentetik merteye değeri hesaplanarak (2) nolu eşitlik ile de vektör oluşturulmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (1)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (2)$$

2. Adım: (3) nolu eşitlik ile $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olasılığı hesaplanmaktadır.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_2 \cap M_1) = \mu_{M_2}(d)$$

$$= \begin{cases} 1 & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{değilse} \end{cases} \quad (3)$$

3. Adım: (4) nolu eşitlik ile M konveks bulanık sayının $M_i (i = 1, 2, \dots, k)$, k konveks bulanık sayıdan daha büyük olabilirliği için olasılık değeri hesaplanmaktadır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k)$$

$$= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)]$$

$$= \min V(M \geq M_i)$$

$$i = 1, 2, \dots, k \quad (4)$$

$k = 1, 2, \dots, n$ ve $k \neq 1$ olmak üzere $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olarak kabul edilmekte olup ve (5) nolu eşitlik ile ağırlık vektörü hesaplanmaktadır.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (5)$$

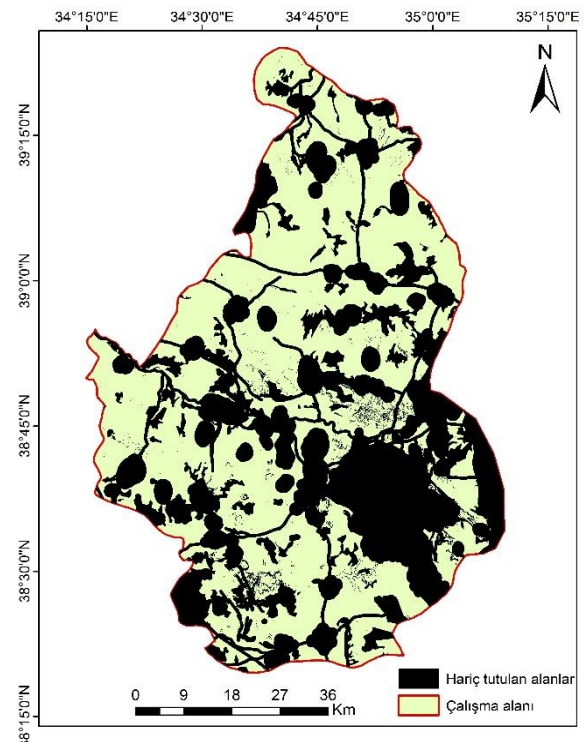
$A_i = (1, 2, \dots, n)$ ve A_i , n tane bileşenlidir.

4. Adım: (6) nolu eşitlik ile normalize edilen ağırlık vektörü belirlenmekte ve bulanık olmayan W değeri hesaplanmaktadır.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (6)$$

4. Bulgular ve Tartışma

Katı atık depolama tesisi için uygun alanların belirlenmesine yönelik çalışma kapsamında öncelikle Çizelge 1'de belirtilen dışlama kriterleri belirlenmiştir. Bu kapsamda çalışma alanı, katı atık depolama tesisi için uygun olan ve olmayan alanlar olarak ikiye ayrılmıştır (Şekil 4). Çalışma alanının %43,71'inin (2409,29 km²) katı atık depolama sahası için uygun olmadığı, %56,29'unun (3102,91 km²) katı atık depolama sahası için uygun olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. Dışlama alanı haritası

Nevşehir ili uygun katı atık depolama yer seçimi çalışması için kriterlerin önem derecelerini belirlemek amacı ile literatür çalışmaları ve konusunda uzman kişiler ile görüşmeler

gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonrasında kriterlere ait ağırlık değerlerinin BAHS ile hesaplanabilmesi için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2: İkili karşılaştırma matrisi.

Kriterler	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Yükseklik (A)	(1,1,1)											
Eğim (B)	(3,5,7)	(1,1,1)										
Havaalanına uzaklık (C)	(1/5,1/3,1)	(1/9,1/7,1/5)	(1,1,1)									
Drenaj yoğunluğu (D)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,1,1)								
Koruma bölgelerine uzaklık (E)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)							
Faylara Uzaklık (F)	(5,7,9)	(1/5,1/3,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)						
Geçirgenlik (G)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,1)					
Arazi Kullanımı (H)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)				
Yollara Yakınlık (I)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1,3,5)	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)			
Yerleşim yerlerine uzaklık (J)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,1,1)		
Akarsulara uzaklık (K)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,1,1)	(1,1,1)	
Su yüzeylerine uzaklık (L)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)

BAHS yönteminde, yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını ölçmek için Tutarlılık oranı (TO) hesaplanması gerekmektedir. Bu kapsamda oluşturulan ikili karşılaştırma matrisine ait TO değeri 0.039 olarak hesaplanmış ve bu değer 0.10'dan küçük olması ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğunu göstermektedir. İkili karşılaştırma matrisi sonrasında kriterlerin karar probleminin çözümünde önem derecesini gösteren ağırlık değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kriter ağırlıkları

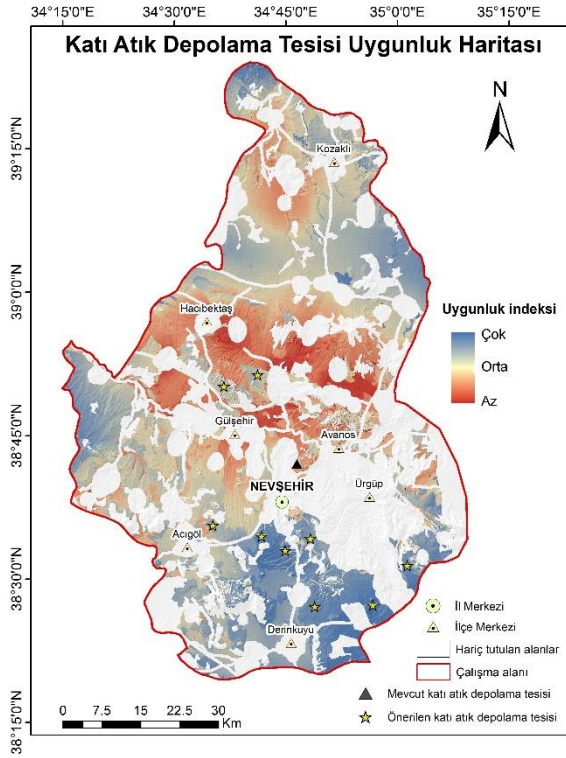
Kriterler	Ağırlıklar
Yükseklik	0.026
Eğim	0.087
Havaalanına uzaklık	0.018
Drenaj yoğunluğu	0.101
Koruma bölgelerine uzaklık	0.045
Faylara Uzaklık	0.089
Geçirgenlik	0.129
Arazi Kullanımı	0.081
Yollara Yakınlık	0.039
Yerleşim yerlerine uzaklık	0.121
Akarsulara uzaklık	0.127
Su yüzeylerine uzaklık	0.135

Kriter ağırlıklarının büyük bir değere sahip olması uygun yer seçimine etkisinin daha çok, küçük değere sahip olması ise etkisinin daha az olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda Nevşehir ili için uygun

katı atık depolama tesisi yer seçiminde en fazla etkiye sahip kriterler su yüzeylerine uzaklık, geçirgenlik ve akarsulara uzaklık iken en az etkiye sahip kriterler; yollara yakınlık, yükseklik ve havaalanına uzaklıktır.

Farklı veri yapısına sahip kriterlerin birlikte değerlendirilerek birleştirilebilmesi için elde edilen tüm 12 kriter WGS84 coğrafi koordinat sisteminde raster veriye (20 m) dönüştürülerek "0-1" aralığında normalize edilmiştir (Şekil 2-3). Kriterlere ait uygunluk indeks haritalarındaki "0" indeks değeri katı atık depolama sahası için çok düşük derecede uygun olduğunu belirtirken "1" indeks değeri ise çok yüksek derecede uygun olduğunu belirtmektedir. ArcGIS yazılımı kullanılarak yapılan bindirme analizi ile tüm kriterler ağırlıklar dikkate alınarak birleştirilmiş ve sonuç uygunluk haritası oluşturulmuştur (Şekil 5). Sonuç uygunluk indeks haritasında gösterilen mavi renkli alanlar katı atık depolama tesisi için çok yüksek uygun alanları, kırmızı alanlar ise az uygun alanları göstermektedir. Elde edilen sonuç haritasına göre koruma bölgelerinden yaklaşık 1150 m, yerleşim yerlerinden yaklaşık 2350 m ve Kızılırmak nehrine yaklaşık 4500m uzaklıkta olan mevcut katı atık depolama tesisinin orta derecede uygun alanda yer aldığı saptanmıştır. Ayrıca bu alanın hariç tutulan alanlara oldukça yakın olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen uygunluk haritasına

göre yeni kurulacak katı atık depolama tesisi için 9 aday alan belirlenmiştir.



Şekil 5. Katı atık depolama sahası uygunluk haritası

Bir kentte arazi kullanım envanterlerine yönelik karar verme eylemi, kaynak yönetimi açısından önemli bir adımdır ve kentlerin sürdürülebilirliği adına önemlidir (Aksu ve İban 2019). Katı atık depolama alanlarının insan sağlığı ve çevre üzerine birçok farklı etkisinin bulunması sebebiyle bu alanların belirlenmesi çalışmaları hem sürdürülebilir çevre hem de sürdürülebilir arazi yönetimi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada katı atık depolama alanı yer seçimi, CBS tabanlı ÇKKV modeli ortaya konularak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında oluşturulan katı atık depolama sahası uygunluk haritasının Nevşehir il sınırları içerisinde alınacak kentsel ve kırsal planlamalarda karar vericiler tarafından kullanılmasının potansiyel çevre ve insan sağlığını etkileyecek zararları en aza indirgeyeceği düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular dışlama ve değerlendirme analizlerinde kullanılan kriterlere bağlı olarak elde edilmiştir. Analizlerde başka kriterler ve kriter ağırlıkları kullanılması durumunda farklı sonuçlar elde edilebilir. Ancak bu çalışmada uygulanan metodoloji, dünyanın farklı yerlerinde gerçekleştirilecek olan yer seçimi çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılabilir. Uygun yer seçimi

çalışmalarında kullanılan kriterlerin mekansal doğruluğu ve düzeyi sonuçlara doğrudan etki etmektedir. Bu kapsamda, bu ve benzeri yer seçimi çalışmalarına yönelik veri standardı çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

5. Sonuç ve öneriler

Katı atık depolama sahası için yer seçimi çalışmaları çeşitli çevresel, sosyal ve ekonomik kriterin dikkate alınarak yapılması gereken karmaşık bir problemidir. Bu çalışmada Türkiye'nin önemli turizm merkezlerinden biri olan Nevşehir ili için yeni kurulacak katı atık depolama tesisleri için uygun yerlerin belirlenmesine yönelik bir yöntem sunulmuştur. Uygun alanları belirlemek için CBS ile birlikte bir ÇKKV yöntemi olan BAHS yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle mevzuattaki kısıtlamalar, önceki çalışmalar ve uzmanlardan alınan bilgiler doğrultusunda katı atık depolama tesisi için uygun olmayan alanlar belirlenmiş ve bu kriterler çalışma alanından çıkartılmıştır. Değerleme için belirlenen 12 adet kritere ait ağırlıklar uzman görüşleri ve literatür araştırması sonucunda BAHS ile hesaplanmış, tüm kriterler birlikte değerlendirilerek sonuç uygunluk haritası üretilmiş ve yeni kurulacak tesis için uygun aday alanlar bu çalışma kapsamında önerilmiştir. Belirlenen 9 aday alanın nihai kararı için tüm çevre kirliliği risklerini en aza indirmek ve teknik yetenekleri geliştirmek için toprak tipi, jeoteknik özellikler gibi diğer parametreler ve ayrıca çevresel etki değerlendirme çalışması kullanılarak alanda belirli bir fizibilite çalışması yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmada görüşleri ile destek sağlayan uzmanlara, çalışmada gösterdiği destek için Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRBÜZ'e ve ayrıca makaleye yapıcı yorumları ile katkıda bulunan hakemlere ve editöre teşekkür eder.

6. Kaynaklar

Afşin, M., 2002. CO₂'ce zengin Çorak, Karakaya ve Gümüşkent (Nevşehir) mineralli sularının hidrojeokimyası. *Yerbilimleri*, **26**, 1 - 14.

Akbari, V., Rajabi, M.A., Chavoshi, S.H. and Shams, R., 2008. Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study:

- Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*, **3**(1), 39-47.
- Aksu, O., ve İban, M. C. 2019. Considerations on the land management system approach in Turkey by the experiences of a case study. *Survey review*, **51**(364), 87-96.
- Akyol, E. ve Alkan, M., 2014. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çoklu Karar Verme Tekniği ile Mahallelerin Yerleşime Uygunluğunun Seçimi: Denizli Kenti Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **15**(1), 1-9.
- Al-Anbari, M.A., Al-Ansari, N. and Jasim, H.K., 2014. GIS and multicriteria decision analysis for landfill site selection in AL-HashimyahQadaa. *Natural Science*, **6**(5), 282-304.
- Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A. A., Jaafarzadeh, N. and Hosseinzadeh, M., 2013. Municipal solid waste landfill site selection with geographic information systems and analytical hierarchy process: a case study in Mahshahr County, Iran. *Waste Management & Research*, **31**(1), 98-105.
- Atabey, E., 1989a. MTA Genel Müdürlüğü 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kayseri-H 19 paftası.
- Atabey, E., 1989b. MTA Genel Müdürlüğü 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kayseri-İ 19 paftası.
- Atabey, E., 1989c. MTA Genel Müdürlüğü 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kayseri-H 18 paftası.
- Ayaim, M.K., Fei-Baffoe, B., Sulemana, A., Miezah, K. and Adams, F. 2019. Potential sites for landfill development in a developing country: A case study of Ga South Municipality, Ghana. *Heliyon*, **5**(10), e02537.
- AYY, 2015. 2872. Sayılı Atık Yönetimi Yönetmeliğine ilişkin Kanun. (2015). T. C. Resmi Gazete, 29314, 02 Nisan 2015.
- Bahrani, S., Ebadi, T., Ehsani, H., Yousefi, H. and 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**(4), 1-14.
- Barakat, A., Hilali, A., Baghdadi, M. E. and Touhami, F., 2017. Landfill site selection with GIS-based multi-criteria evaluation technique. A case study in Béni Mellal-Khouribga Region, Morocco. *Environmental Earth Sciences*, **76**(12), 1-13.
- Beyhan, H. C., Eren, G. ve Aktuğ, B., 2020. Perakende market lokasyonları için CBS tabanlı Çok Kriterli AHP yöntemi ile optimal yer seçimi analizi: İstanbul Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **20**(6), 1032-1050.
- Bilgilioglu, S.S., Gezgin, C., Orhan, O. and Karakus, P. 2022. A GIS-based multi-criteria decision-making method for the selection of potential municipal solid waste disposal sites in Mersin, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, **29**(4), 5313–5329.
- Bilgiliöğlü, S.S. 2021. Land suitability assessment for Olive cultivation using GIS and multi-criteria decision-making in Mersin City, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, **14**(22), 1-16.
- Bilgiliöğlü, S.S., 2022. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Yer Seçimi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **22** (1) , 165-174.
- Bringi, S., 2007. Application of 3D principles to solid waste management on the Asian. M.Sc. thesis, Asian Institute of Technology School of Environment, Resources and Development, Thailand, 167.
- Cay, T. ve Uyan, M., 2013. Evaluation of reallocation criteria in land consolidation studies using the analytic hierarchy process (AHP). *Land Use Policy* **30**, 541–548.
- Cetin, H. 1995. Design methods, technologies, and site selection in land disposal of waste in the United States. *Geosound*, **27**, 23-40.
- Chabok, M., Asakereh, A., Bahrami, H. and Jaafarzadeh, N.O., 2020. Selection of MSW landfill site by fuzzy-AHP approach combined with GIS: case study in Ahvaz, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, **192**(7), 1-15.
- Chang, D.Y., 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, **95**(3), 649–655.

- Charnpratheap, K., Zhou, Q. And Garner, B., 1997. Preliminary landfill site screening using fuzzy geographical information systems. *Waste management & research*, **15**(2), 197-215.
- Chen, W.Y. and Kao, J.J., 1997. Fuzzy DRASTIC for landfill siting. In: 13th international conference on solid waste technology and management, Philadelphia, PA.
- Demesouka, O.E., Anagnostopoulos, K.P. and Siskos, E., 2019. Spatial multicriteria decision support for robust land-use suitability: The case of landfill site selection in Northeastern Greece. *European Journal of Operational Research*, **272**(2), 574-586.
- Demirkesen, A.C., 2008. Digital terrain analysis using Landsat-7 ETM+ imagery and SRTM DEM: a case study of Nevşehir province (Cappadocia), Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, **29**(14), 4173-4188.
- Effat, H.A. and 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.
- Erol, G., 2020. Kapadokya bölgesine gelen yerli ve yabancı turistler üzerine dönemselsel bir inceleme. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, **55**(3), 1412-1431.
- Eskandari, M., Homaei, M. and Mahmodi, S., 2012. An integrated multi criteria approach for landfill siting in a conflicting environmental, economic and socio-cultural area. *Waste Management*. **32**(8), 1528-1538.
- Ghosh, A., Ghorui, N., Mondal, S.P., Kumari, S., Mondal, B.K., Das, A. and Gupta, M.S. 2021. Application of hexagonal fuzzy MCDM methodology for site selection of electric vehicle charging station. *Mathematics*, **9**(4), 393.
- Gorsevski, P.V., Donevska, K.R., Mitrovski, C.D. and 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.
- Güler, D. ve Yomralioğlu, T., 2017. Alternative suitable landfill site selection using analytic hierarchy process and geographic information systems: a case study in Istanbul. *Environmental Earth Sciences*, **76**(20), 1-13.
- Güler, D. and Yomralioğlu, T., 2020. Suitable location selection for the electric vehicle fast charging station with AHP and fuzzy AHP methods using GIS. *Annals of GIS*, **26**(2), 169-189.
- Gülyaz, M.E. ve Ölmez, İ. 1997. Kapadokya, 1, Dünya Kitap, Nevşehir, 1-108.
- Kahraman, C., Cebi, S., Onar, S.C. and Oztaysi, B., 2018. A novel trapezoidal intuitionistic fuzzy information axiom approach: An application to multicriteria landfill site selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, **67**, 157-172.
- KAKY. (1991). Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. 14.03.1991: Resmi Gazete.
- Kamdar, I., Ali, S., Bennui, A., Techato, K. and Jutidamrongphan, W. 2019. Municipal solid waste landfill siting using an integrated GIS-AHP approach: a case study from Songkhla, Thailand. *Resources, Conservation & Recycling*, **149**, 220-235.
- Kao, J.J. and Lin, H.Y., 1996. Multifactor spatial analysis for landfill siting. *Journal of Environmental Engineering*, **122** (10), 902-908.
- Kapilan, S. and Elangovan, K., 2018. Potential landfill site selection for solid waste disposal using GIS and multi-criteria decision analysis (MCDA). *Journal of Central South University*, **25**(3), 570-585.
- Kara, H, 1997. MTA Genel Müdürlüğü 1/100.000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Yozgat-G 19 paftası.
- Karimi, H., Amiri, S., Huang, J. and Karimi, A., 2019. Integrating GIS and multi-criteria decision analysis for landfill site selection, case study: Javanrood County in Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, **16**(11), 7305-7318.
- Karimi, N., Richter, A. and Ng, K.T.W. 2020. Siting and ranking municipal landfill sites in regional scale using nighttime satellite imagery. *Journal of Environmental Management*, **256**, 109942.
- Kavurmacı, M.M., 2010. Çorak, Karakaya Ve Gümüşkent (Nevşehir) Mineralli Sularının Ve Kaynak Alanlarındaki Travertenlerin Hidrojeokimyası. Aksaray Üniversitesi

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray, 106.
- Khan, M.H., Vaezi, M. and Kuma, A., 2018. Optimal siting of solid wasteto-value-added facilities through a GIS-based assessment. *Science of the total environment*, **610**, 1065-1075.
- Kharat, M.G., Kamble, S.J., Raut, R.D., Kamble, S.S. and Dhume, S.M. 2016. Modeling landfill site selection using an integrated fuzzy MCDM approach. *Modeling Earth Systems and Environment*, **2**(2), 1-16.
- Khorram, A., Yousefi, M., Alavi, S.A. and Farsi, J. 2015. Convenient landfill site selection by using fuzzy logic and geographic information systems: a case study in Bardaskan, East of Iran. *Health Scope*, **4**(1), e19383.
- Kontos, T.D., Komilis, D.P. and Halvadakis, C.P., 2005. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. *Waste management*, **25**(8), 818-832.
- Lin, M., Huang, C. and Xu, Z. 2020. MULTIMOORA based MCDM model for site selection of car sharing station under picture fuzzy environment. *Sustainable cities and society*, **53**, 101873.
- Malczewski, J., 1997. Propagation of errors in multicriteria location analysis: a case study. In: G. Fandel and T. Gal, eds. Multiple criteria decision making. New York: Springer, 154-155.
- Mallick, J., 2021. Municipal solid waste landfill site selection based on fuzzy-AHP and geoinformation techniques in Asir Region Saudi Arabia. *Sustainability*, **13**(3), 1538.
- Mallick, J., Singh, C.K., Al-Wadi, H., Ahmed, M., Rahman, A., Shashtri, S. and Mukherjee, S., 2015. Geospatial and geostatistical approach for groundwater potential zone delineation. *Hydrological Processes*, **29**(3), 395-418.
- Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A. and Darvishsefat, A.A., 2010. Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). *Waste management*, **30**(5), 912-920.
- Nas, B., Cay, T., Iscan, F. and Bertkay, A., 2010. Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. *Environmental monitoring and assessment*, **160**(1), 491-500.
- Pan, C., Ng, K.T.W. and Richter, A. 2019. An integrated multivariate statistical approach for the evaluation of spatial variations in groundwater quality near an unlined landfill. *Environmental Science and Pollution Research*, **26**(6), 5724-5737.
- Pasalari, H., Nodehi, R.N., Mahvi, A.H., Yaghmaeian, K. and Charrahi, Z., 2019. Landfill site selection using a hybrid system of AHP-Fuzzy in GIS environment: A case study in Shiraz city, Iran. *MethodsX*, **6**, 1454-1466.
- Pires, A., Martinho, G. and Chang, N.B., 2011. Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of environmental management*, **92**(4), 1033-1050.
- Rahmat, Z.G., Niri, M.V., Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A.A., Baboli, Z. and Hosseinzadeh, M., 2017. Landfill site selection using GIS and AHP: a case study: Behbahan, Iran. *KSCE Journal of Civil Engineering*, **21**(1), 111-118.
- Randazzo, L., Cusumano, A., Oliveri, G., Di Stefano, P., Renda, P., Perricone, M. and Zarcone, G., 2018. Landfill site selection for municipal solid waste by using AHP method in GIS environment: waste management decision-support in Sicily (Italy). *Detritus*, **2**(1), 78.
- Rezaeisabzevar, Y., Bazargan, A. and Zohourian, B. 2020. Landfill site selection using multi criteria decision making: Influential factors for comparing locations. *Journal of Environmental Sciences*, **93**, 170-184.
- Sener, B., Suzen, L. And Doyuran, V., 2006. Landfill site selection by using geographic information systems. *Environmental Geology*, **49**, 376-388.
- SHT-HES, 2018. Havaalanı Emniyet Standartları Talimatı, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Ankara, 2018.
- Sisay, G., Gebre, S. L. And Getahun, K., 2021. GIS-based potential landfill site selection using MCDM-AHP modeling of Gondar Town, Ethiopia. *African Geographical Review*, **40**(2), 105-124.
- SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayısı, 31 Aralık 2004, 25687.

- Şener, Ş., Şener, E., Nas, B. and 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.
- Tadros, Z., 2009. Some aspects of solid waste disposal site selection: the case of Wadi Modaneh, Jordan. *International Journal of Environmental Studies*, **66**(2), 207–219.
- TCCS, 2020. Türkiye Cumhuriyeti Nevşehir Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Nevşehir İli 2020 Yılı Çevre Durum Raporu.
- Tercan, E., Dereli, M. A. and Tapkın, S. 2020. A GIS-based multi-criteria evaluation for MSW landfill site selection in Antalya, Burdur, Isparta planning zone in Turkey. *Environmental Earth Sciences*, **79**(10), 1-17.
- Torabi-Kaveh, M., Babazadeh, R., Mohammadi, S. D. and Zaresefat, M., 2016. Landfill site selection using combination of GIS and fuzzy AHP, a case study: Iranshahr, Iran. *Waste Management & Research*, **34**(5), 438-448.
- Tulun, Ş., Gürbüz, E. and Arsu, T., 2021. Developing a GIS-based landfill site suitability map for the Aksaray province, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, **80**(8), 1-15.
- Uyan, M. ve 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.
- Uyan, M., 2014. MSW landfill site selection by combining AHP with GIS for Konya, Turkey. *Environmental Earth Science*, **71**, 1629–1639.
- Vučijak, B., Kurtagić, S. M. and Silajdžić, I., 2016. Multicriteria decision making in selecting best solid waste management scenario: a municipal case study from Bosnia and Herzegovina. *Journal of cleaner production*, **130**, 166-174.
- Wang, C.N., Nguyen, V.T., Thai, H.T.N. and Duong, D. H. 2018. Multi-criteria decision making (MCDM) approaches for solar power plant location selection in Vietnam. *Energies*, **11**(6), 1504.
- Yesilnacar, M.I., Süzen, M.L., Kaya, B.Ş. and Doyuran, V., 2012. Municipal solid waste landfill site selection for the city of Şanlıurfa-Turkey: an example using MCDA integrated with GIS. *International Journal of Digital Earth*, **5**(2), 147-164.
- Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*, **8**(3), 338–353.
- Zadeh, L.A., 1971. Quantitative fuzzy semantics. *Information sciences*, **3**(2), 159-176.
- Zahari, M.S., Ishak, W.M.F.W. and Samah, M.A.A., 2010. Study on solid waste generation in Kuantan, Malaysia: Its potential for energy generation. *International Journal of Engineering Science and Technology*, **2**(5), 1338- 1344.
- Zamorano, M., Molero, E., Hurtado, A., Grindlay, A. and Ramos, A., 2008. Evaluation of a municipal landfill site in Southern Spain with GIS-aided methodology. *Journal of hazardous materials*, **160**(2-3), 473-481.