

Received: 11.11.2019

Accepted: 29.12.2019

DOI:

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

3(Special Issue), 89-105, 2019

Adana Katı Atık Toplama Tesisinin Mevcut Yer Seçim Uygunluğunun Konumsal Bilgi Teknolojileri ile Değerlendirilmesi

Müge Ünal Çilek^{1*}, Ahmet Çilek¹, Esra Deniz Güner²

Özet: Belediye katı atık tesisleri dünyadaki kentleşme, sanayileşme, nüfus artışı ve teknolojik gelişmelerin sonucu karar vericilerin (mimarlar, şehir plancıları, yerel makamlar, bakanlar vb.) en uygun yer seçmesine önem kazandırmaktadır. Ancak, uygun depolama alanını belirlemek ve değerlendirmek için çevresel, sosyal, ekonomik ve teknik faktörleri içeren çok disiplinli çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu nedenle, bu çalışma Adana'daki çevresel ve sosyo-ekonomik kısıtlamaları dikkate alarak mevcut belediye katı atık tesisinin alan uygunluğu değerlendirmek için çok kriterli bir model geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda öncelikle depolama sahası uygunluk kriterleri literatür araştırması ile belirlenmiştir. İkinci aşamada her kriter katman olarak belirlendi ve uygun ve uygun olmayan alanlar Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında analiz edilmiştir. Üçüncü aşamada ise kriterlerin değer aralıkları fuzzy (bulanık mantık) yöntemiyle standardize edilmiştir. Son olarak standardize edilen katmanlar çakıştırılarak uygunluk haritası elde edilmiştir. Sonuç olarak, karar vericiler katı atık depolama sahası için uygun yerin değerlendirilmesi ve seçilmesi gerekliliği ile karşı karşıya kalarak bu çok kriterli analiz yönteminden faydalanabilir. Mevcut katı atık depolama alanının çevre ve sosyal yaşam üzerindeki olumsuz etkilerden dolayı en uygun alan olmadığını göstermektedir, ancak bu çalışma yeni katı atık depolama alanlarının seçiminde ekonomik ve ekolojik faydalar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Katı Atık Depolama Alanı, CBS, Çok Kriterli Analizler, Fuzzy Logic

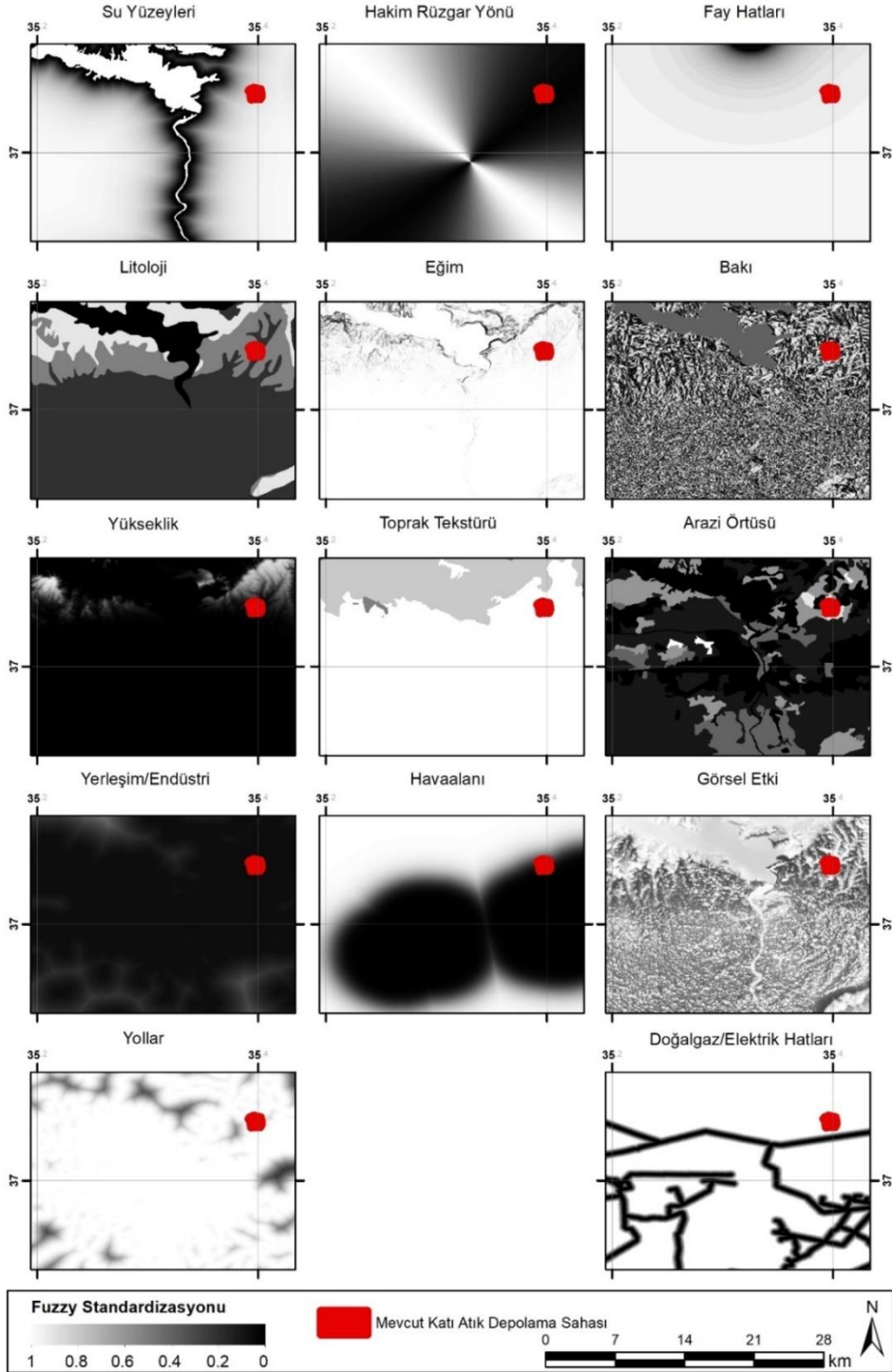
Evaluation of the Location Selection Suitability of Adana Municipality Solid Waste Facility with Spatial Information Technologies

Abstract: Municipal solid waste (MSW) gain importance for decision maker (architects, city planners, local authorities, ministries, etc.) to select suitable location, as a results of the rapid urbanization, industrialization, population growth, and technological development in the world. However, multidisciplinary studies involving environmental, social, economic and technical factors are required to decide and evaluate suitable landfill location. Therefore, this study aims to develop a multi-criteria model for evaluating the land use suitability for existing MSW considering environmental and socio-economic constraints in Adana, Turkey. In order to achieve this goal, firstly landfill suitability criteria and their evaluated values were defined by literature review. Secondly, each criteria were defined as a layer and then suitable and unsuitable area were analysed by Geographic Information Systems (GIS). Thirdly, the criteria were standardized to equalize the value ranges with each other by Fuzzy method. Finally, the

¹Cukurova University, Landscape Architecture Department, Adana, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazarı): mugeunal23@gmail.com

Citation (Atıf): Ünal Çilek, M., Çilek, A., Güner, E. D., (2019). Adana Katı Atık Toplama Tesisinin Mevcut Yer Seçim Uygunluğunun Konumsal Bilgi Teknolojileri ile Değerlendirilmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 3(Special Issue): 89-105.



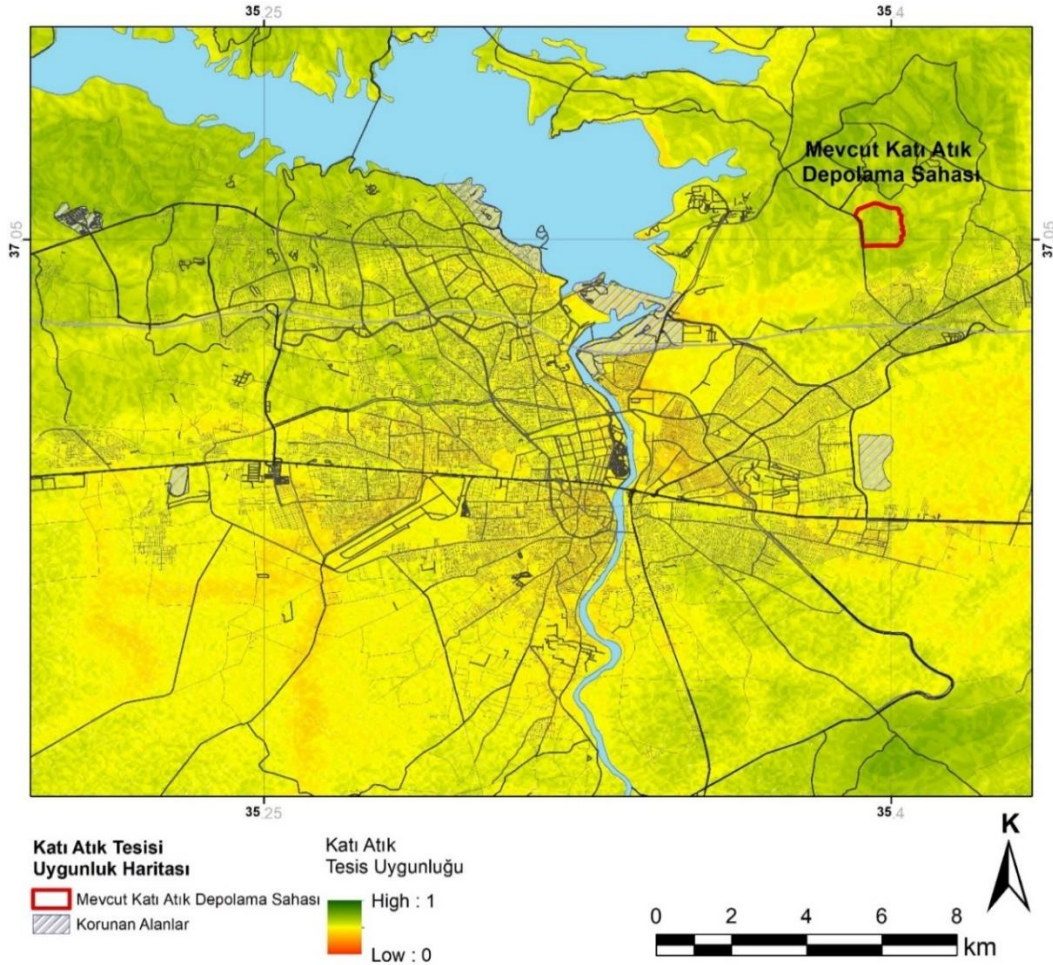
Şekil 4. Standardize edilmiş her bir kriter için uygun alanların haritalanması

Şekil 4 incelendiğinde mevcut katı atık tesisi yerleşim alanına ve İncirlik Askeri Hava Alanına çok yakın konumlanmasından dolayı çok düşük uygunluk değeri almıştır. Ayrıca alanın hakim

rüzgar yönünde olması, tesisten kaynaklı zararlı gazların ve kokunun kente taşınmasına sebep olacağı için, bu yönden de uygun bulunamamıştır. Çalışma alanının mevcut yol ağına yakın olması

çöplerin transfer işlemi açısından olumlu değerlendirilirken, kötü görüntülere sebep vermesinden dolayı peyzaj ve görsel kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Doğalgaz ve elektrik hatlarına uygun mesafede olması ise ekonomik yönden olumludur. Ekolojik açıdan kriterler değerlendirildiğinde, çalışma alanı filtreleme özelliği yüksek olan killi toprak tekstürüne sahip, aynı zamanda mevcut su yüzeylerine zarar vermeyecek mesafededir. Arazi örtüsünün tarım, mera ve çayır alanı olarak sınıflanması, geçirgenliği ve gözenekliliği yüksek olan karbonatlı kayaç ve traverten gibi litolojik

özelliklere sahip olmasından dolayı ise orta derecede uygun bulunmuştur. Alanın eğimi %0-10 arasında değişmekte ve alanı sınırları içerisinde bakı çeşitliliği göstermektedir. Yükseklik açısından ise belirlenen değerler dışında kalmasından dolayı hiç uygun bulunmamıştır. Bütün bu belirlemeler doğrultusunda katmanların çakıştırılması ile elde edilen sonuç haritasında çalışma alanının uygunluğu %56 ile orta derece uygun bulunmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Katı atık depolama sahası uygunluk haritası

4. Tartışma ve Sonuçlar

Dünyada katı atık depolama alanlarının yapım ve işletme aşamaları pek çok yerel yönetim ve karar vericiler tarafından en önemli konulardan birisi olmuştur. Hızlı nüfus artışı sonucunda

yapılaşmaya öncelik tanınması ile birlikte Adana'da yer alan mevcut katı atık entegre tesisi yerleşim alanı içerisinde kalmış, artan katı atık üretimini karşılamakta kapasite olarak yetersiz kalarak gerek çevre gerekse sosyal yaşam üzerinde olumsuz etkilerini hissettirmiştir. Bütün

bu belirlemeler doğrultusunda Adana'da ikinci bir katı atık entegre tesisi inşaatını söz konusu olmuştur. Bu sebepten birinci katı atık sahasının yer seçim uygunluğu incelenmiş ve yeni planlanan alanlarda benzer sorunlardan kaçınmak için pek çok farklı unsurun göz önünde bulundurulduğu çalışma metodolojisi oluşturulmuştur.

Katı atık yönetimi çevresel, teknik, kentsel yaşam kalitesi, halk sağlığı ve sosyal yaşam gibi pek çok farklı faktörlerin anlaşılmasını gerektiren karmaşık bir karar verme sürecidir. Önceki çalışmalar incelendiğinde bu karmaşık karar verme süreci üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve alan uygunluklarının değerlendirilmesinde çok katmanlı analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada da çok katmanlı analizler ve Fuzzy yöntemi alan uygunluğunun değerlendirmesi ve sınıflandırmasında yardımcı olmuştur. Fuzzy yöntemi ile farklı faktörler arasındaki belirsizlikler tanımlanmış ve karar vermedeki karmaşık süreç kolaylaştırılmıştır. Çalışmada politik ve finansal/ekonomik kısıtlamalar (tesisin alan büyüklüğü, yatırım/işletme aşamasındaki maliyetler vb.) plan ve politikalara göre değişebilir ve geliştirilebilir olmalarından dolayı değerlendirme dışında tutulmuşken, değiştirilmesi ve geri dönüşümü zor olan, insan ve yaban hayatı açısından sürdürülebilirliğinin sağlanması gereken önemli çevresel faktörler ve sosyo-ekonomik faktörler altında toplanmış 14 kriter değerlendirmeye dahil edilmiştir. Konu ile ilgili literatür, yasa ve yönetmeliklerin incelenmesi ve uzman görüşlerinin alınması sonucunda bu kriterlere ait değerlendirme aralıkları elde edilmiştir. Bu değerler Fuzzy yönteminde 0 ve 1 olan fonksiyon kontrol noktalarının belirlenmesi ve kriterlerin standardizasyon sürecinde kritik öneme sahip olmuştur. Çünkü farklı değer aralıklarına sahip farklı ölçeklerdeki her değişkenin fiziksel anlamını göz önünde bulundurmak sonuç haritasının doğru yorumlanabilmesi açısından önemlidir. Çalışma da tüm kriterlerin standardizasyonu ile birlikte her bir kriter için ayrı ayrı uygunluk haritaları CBS aracılığı ile oluşturulmuş ve haritaların çakıştırılması sonucunda alan uygunluk haritası elde edilmiştir.

Değerlendirme sonucunda mevcut katı atık depolama alanı orta düzeyde uygun çıkmıştır. Bu durum yeni yapılacak ya da yapılması planlanan

katı atık tesislerinde benzer problemlerle karşılaşılması için uygun yer seçiminde dikkat edilmesi gereken unsurları ortaya koymaktadır. Kriterlerin değerlendirilmesinde son 10 yılı içeren ulusal ve uluslararası pek çok çalışmadan faydalanılmıştır. Bu yönü ile çalışmanın farklı bölgelerde yer alan benzer çalışmaların değerlendirilmesinde karar vericilere yol gösterici olması beklenmektedir. Ayrıca yeni yapılması planlanan tesislerin yer seçimlerine karar vermede ilgili farklı otoritelerin bir araya gelmesini sağlamaya yardımcı olmakta ve alanın neden seçildiği ile ilgili somut verilere dayalı bir yaklaşım gerçekleştirmeyi sağlaması amaçlanmıştır.

Kaynaklar

- Akbari, V., Rajabi, M. A., Chavoshi, S. H., Shams, R. (2008). Landfill Site Selection by Combining GIS and Fuzzy Multi Criteria Decision Analysis, Case Study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*.
- Alavi, N., Goudarzi, G., Babaei, A. A., Jaafarzadeh, N., 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 and Research*, 31(1), 98–105. doi:10.1177/0734242X12456092
- Alumur, S., Kara, B.Y. (2007). A new model for the hazardous waste location-routing problem. *Computers and Operations Research*, 34, 1406–1423.
- Aragonés-Beltrán, P., Pastor-Ferrando, J. P., García-García, F., Pascual-Agulló, A. (2010). An Analytic Network Process approach for siting a municipal solid waste plant in the Metropolitan Area of Valencia (Spain). *Journal of Environmental Management*, 91(5), 1071–1086. doi:10.1016/j.jenvman.2009.12.007
- Aydi, A., Zairi, M., Dhia, H. Ben. (2013). Minimization of environmental risk of landfill site using fuzzy logic, analytical hierarchy process, and weighted linear combination methodology in a geographic information system environment. *Environmental Earth Sciences*, 68(5),

- 1375–1389. doi:10.1007/s12665-012-1836-3
- Carver, S. J. (1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*. doi:10.1080/02693799108927858
- Cilek, A. (2017). Soil organic carbon losses by water erosion in a Mediterranean watershed. *Soil Research*. doi:10.1071/SR16053
- Cilek, A., Berberoglu, S. (2019). Biotope conservation in a Mediterranean agricultural land by incorporating crop modelling. *Ecological Modelling*. doi:10.1016/j.ecolmodel.2018.11.008
- Chang N Bin, Parvathinathan G and Breeden JB (2008) Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management*. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.01.011.
- Cheng, S., Chan, C.W., Huang, G.H. (2002). Using multiple criteria decision analysis for supporting decisions of solid waste management. *Journal of Environmental Science and Health. Part A*, 37 (6), 975–990.
- Cheng, S., Chan, C.W., Huang, G.H. (2003). An integrated multi-criteria decision analysis and inexact mixed integer linear programming approach for solid waste management. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16, 543–554
- Colebrook, M., Sicilia, J. (2007). Undesirable facility location problems on multicriteria networks. *Computers and Operations Research*, 34 (5), 1491–1514.
- De Feo, G., De Gisi, S. (2010). Using an innovative criteria weighting tool for stakeholders involvement to rank MSW facility sites with the AHP. *Waste Management*, 30(11), 2370–2382. doi:10.1016/j.wasman.2010.04.010
- Demesouka, O.E., Vavatsikos, A. P., Anagnostopoulos, K. P. (2013). Suitability analysis for siting MSW landfills and its multicriteria spatial decision support system: Method, implementation and case study. *Waste Management*, 33(5), 1190–1206. doi:10.1016/j.wasman.2013.01.030
- Demesouka, Olympia E., Anagnostopoulos, K. P., 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. doi:10.1016/j.ejor.2018.07.005
- Dörhöfer, G., Siebert, H. (1998). The search for landfill sites - Requirements and implementation in lower Saxony, Germany. *Environmental Geology*. doi:10.1007/s002540050292
- Effat, H. A., Hegazy, M. N. (2012). Mapping potential landfill sites for North Sinai cities using spatial multicriteria evaluation. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 15(2), 125–133. doi:10.1016/j.ejrs.2012.09.002
- Ekmekçioğlu, M., Kaya, T., Kahraman, C. (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. *Waste Management*, 30(8–9), 1729–1736. doi:10.1016/j.wasman.2010.02.031
- Emek, E., Kara, B.Y. (2007). Hazardous waste management problem: the case for incineration. *Computers and Operations Research*, 34, 1424–1441.
- Erkut, E., Newman, S. (1989). Analytical models for locating undesirable facilities. *European Journal of Operational Research*, 40, 275–291.
- Ersoy, H., Bulut, F. (2009). Spatial and multi-criteria decision analysis-based methodology for landfill site selection in growing urban regions. *Waste Management and Research*, 27(5), 489–500. doi:10.1177/0734242X08098430
- Eskandari, M., Homae, M., Mahmodi, S. (2012). An integrated multi criteria approach for landfill siting in a conflicting environmental, economical and socio-cultural area. *Waste Management*, 32(8), 1528–1538. doi:10.1016/j.wasman.2012.03.014
- Feo, G. De, De Gisi, S. (2014). Using MCDA and GIS for hazardous waste landfill siting

- considering land scarcity for waste disposal. *Waste Management*, 34(11), 2225–2238. doi:10.1016/j.wasman.2014.05.028
- Gbanie, S. P., Tengbe, P. B., Momoh, J. S., Medo, J., Kabba, V. T. S. (2013). Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone. *Applied Geography*, 36, 3–12. doi:10.1016/j.apgeog.2012.06.013
- Gemitzi, A., Tsihrintzis, V. A., Voudrias, E., Petalas, C., Stravodimos, G. (2007). Combining geographic information system, multicriteria evaluation techniques and fuzzy logic in siting MSW landfills. *Environmental Geology*, 51(5), 797–811. doi:10.1007/s00254-006-0359-1
- 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. doi:10.1016/j.wasman.2011.09.023
- H-Forman, E., Selly, M. A. (2002). Introduction: Management Decision-Making Today. *Decision by Objectives: How to Convince Others that You are Right*. doi:10.1142/9789812810694
- Khan S and Faisal MN (2008) An analytic network process model for municipal solid waste disposal options. *Waste Management* 28(9): 1500–1508. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.06.015.
- Khan, M. M. U. H., Vaezi, M., Kumar, A. (2018). Optimal siting of solid waste-to-value-added facilities through a GIS-based assessment. *Science of the Total Environment*, 610–611, 1065–1075. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.08.169
- Kontos, T. D., Komilis, D. P., Halvadakis, C. P. (2005). Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. *Waste Management*. doi:10.1016/j.wasman.2005.04.002
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Progress in Planning*. doi:10.1016/j.progress.2003.09.002
- McHarg, I.L. (1992) Design with Nature. *New York: John Wiley and Sons Inc.*
- Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., Darvishsefat, A. A., Zienalyan, M. (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. doi:10.1016/j.wasman.2010.01.015
- Motlagh, Z. K., Sayadi, M. H. (2015). Siting MSW landfills using MCE methodology in GIS environment (Case study: Birjand plain, Iran). *Waste Management*, 46, 322–337. doi:10.1016/j.wasman.2015.08.013
- Nas, B., Cay, T., Iscan, F., Berkay, A. (2010). Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160(1–4), 491–500. doi:10.1007/s10661-008-0713-8
- 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(6), 1631–1642. doi:10.1007/s12665-011-1137-2
- Önüt, S., Soner, S. (2008). Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. *Waste Management*, 28(9), 1552–1559. doi:10.1016/j.wasman.2007.05.019
- Queiruga, D., Walther, G., Gonzalez-Benito, J., Spengler, T. (2008). Evaluation of sites for the location of WEEE recycling plants in Spain. *Waste Management*, 28, 181–190.
- Ramjeawon, T., Beerachee, B. (2008). Site selection of sanitary landfills on the small island of Mauritius using the analytical hierarchy process multi-criteria method. *Waste Management and Research*, 26(5), 439–447. doi:10.1177/0734242X07080758
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*. doi:10.1016/0377-2217(90)90057-I

- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. doi:10.1504/ijssci.2008.017590
- Sener, B., Süzen, M. L., Doyuran, V. (2006). Landfill site selection by using geographic information systems. *Environmental Geology*, 49(3), 376–388. doi:10.1007/s00254-005-0075-2
- Şener, Ş., Sener, E., Karagüzel, R. (2011). Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: A case study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173(1–4), 533–554. doi:10.1007/s10661-010-1403-x
- 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. doi:10.1016/j.wasman.2010.05.024
- Soltani, A., Hewage, K., Reza, B., Sadiq, R. (2015). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: A review. *Waste Management*, 35, 318–328. doi:10.1016/j.wasman.2014.09.010
- Su, J. P., Chiueh, P. Te, Hung, M. L., Ma, H. W. (2007). Analyzing policy impact potential for municipal solid waste management decision-making: A case study of Taiwan. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(2), 418–434. doi:10.1016/j.resconrec.2006.10.007
- Sumathi, V. R., Natesan, U., Sarkar, C. (2008). GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. *Waste Management*, 28(11), 2146–2160. doi:10.1016/j.wasman.2007.09.032
- Tavares, G., Zsigraiová, Z., Semiao, V. (2011). Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste. *Waste Management*, 31(9–10), 1960–1972. doi:10.1016/j.wasman.2011.04.013
- Torabi-Kaveh, M., Babazadeh, R., Mohammadi, S. D., Zaresefat, M. (2016). Landfill site selection using combination of GIS and fuzzy AHP, a case study: Iranshahr, Iran. *Waste Management and Research*, 34(5), 438–448. doi:10.1177/0734242X16633777
- Tuzkaya, G., Önüt, S., Tuzkaya, U. R., Gülsün, B. (2008). An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey. *Journal of Environmental Management*, 88(4), 970–983. doi:10.1016/j.jenvman.2007.05.004
- Unal, M., Cilek, A., Güner, E.D (2019). Implementation of Fuzzy, Simos and SWOT Analysis for Municipal Solid Waste Landfill Site Selection: Adana City Case Study. *Waste Management & Research*, in Press.
- Wang, G., Qin, L., Li, G., Chen, L. (2009). Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2414–2421. doi:10.1016/j.jenvman.2008.12.008
- Wu, J., Ma, C., Zhang, D. Z., Xu, Y. (2018). Municipal solid waste management and greenhouse gas emission control through an inexact optimization model under interval and random uncertainties. *Engineering Optimization*. doi:10.1080/0305215X.2017.1419347
- Vuk, D., Kozelj, B., Mladineo, N. (1991). Application of multicriterional analysis on the selection of the location for disposal of communal waste. *European Journal of Operational Research*, 55 (2), 211–217.
- Yildirim, V. (2012). Application of raster-based GIS techniques in the siting of landfills in Trabzon Province, Turkey: A case study. *Waste Management and Research*, 30(9), 949–960. doi:10.1177/0734242X12445656
- Zelenović Vasiljević, T., Srdjević, Z., Bajčetić, R., Vojinović Miloradov, M. (2012). GIS and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: A case study from Serbia. *Environmental Management*, 49(2), 445–458. doi:10.1007/s00267-011-9792-3