

GERİ DÖNÜŞÜM İŞLETMELERİNİN İNŞAAT VE YIKIM ATIKLARI AÇISINDAN PERFORMANSLARININ BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ SWARA-EDAS YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Ramazan Eyüp GERGİN¹

Atıf: Gergin, R.E. (2023). Geri dönüşüm işletmelerinin inşaat ve yıkım atıkları açısından performanslarının bütünleştirilmiş SWARA-EDAS yöntemiyle değerlendirilmesi: Türkiye örneği. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 1-30. doi: 10.17218/hititsbd.1186201

Özet: Günümüzde, inşaat ve yıkım atıklarının artan miktarı nedeniyle ülke ekonomileri birçok zorlukla karşı karşıya gelmektedir. Döngüsel ekonomilerde inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerinin daha önemli rol oynaması beklenmektedir. Buna paralel olarak inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümü ülkelerin rekabet gücünü doğrudan etkilemektedir. Bu çalışma inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performanslarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. İşletmelerin performanslarını değerlendirmek için kullanılan kriterler detaylı bir literatür taraması yapılarak belirlenmiştir. Çalışmanın alternatiflerini ise inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmeler oluşturmaktadır. Belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmasında Step-Wise Weight Assesment Ratio Analysis (SWARA) kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performansı Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS) ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünde en önemli kriter Sürdürülebilirlik olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışma çevresel etkiler ile inşaat ve yıkım atıklarının taşınması kriterlerinin sırasıyla diğer önemli kriterler olduğunu göstermektedir. EDAS yönteminin sonucu ise Alternatif 5 işletmesinin inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüştürülmesi açısından en iyi performansa sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık Yönetimi, ÇKKV, EDAS, SWARA, İnşaat ve Yıkım

Performance Evaluation of the Recycling Enterprises in Terms of Construction and Demolition Wastes by Integrated SWARA-EDAS Method: The Case of Türkiye

Citation: Gergin, R.E. (2023). Performance evaluation of the recycling enterprises in terms of construction and demolition wastes by integrated SWARA-EDAS method: The case of Türkiye. *Hitit Journal of Social Sciences*, 16(1), 1-30. doi: 10.17218/hititsbd.1186201

Abstract: At the present time, national economies encounter many challenges by the reason of the increasing amount of construction and demolition waste. Recycling activities of construction and demolition wastes have been anticipated to play an important role in the circular economies. Parallel to this, the recycling of construction and demolition wastes directly affects the competitiveness of countries. This study objectives to evaluate the performances of the enterprises which carry out recycling activities of the construction and demolition wastes. The criteria which are used in the evaluation of the enterprises' performances are specified with an elaborative literature search. Enterprises which are

Araştırma Makalesi / Research Article

¹Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, İrfan Can Köse Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, gergin@gumushane.edu.tr | <http://orcid.org/0000-0002-0968-9188> | <https://ror.org/00r9t7n55>
Asst. Prof. Dr., Gumushane University, İrfan Can Kose Vocational School, Department of Transportation Services, gergin@gumushane.edu.tr | <http://orcid.org/0000-0002-0968-9188> | <https://ror.org/00r9t7n55>

executer of the recycling activities of construction and demolition wastes form the alternatives of the study. Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) is used to weight the determined criteria. In the wake of the weighting of the criteria, performances of the enterprises, which executer of the recycling activities of construction and demolition wastes were evaluated by way of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). Based on the consequences of the study, the most weighty criterion from the point of recycling of the construction and demolition wastes was specified to the sustainability. The study also indicates that the environmental effects and the transportation of construction and demolition wastes are specified as the other important criteria, respectively. As to EDAS method, consequences show that the Alternative 5 is the best firm in terms of recycling of the construction and demolition wastes performance.

Keywords: Waste Management, MCDM, EDAS, SWARA, Construction and Demolition

1. GİRİŞ

İnşaat ve yıkım atıkları inşaat, yenileme ve yıkım faaliyetleri sonucunda oluşan atıklar olarak tanımlanmaktadır (Kofowoorola ve Gheewala, 2009, s.731). İnşaat sektörünün dünya genelinde var olan hızlı büyümesi nedeniyle büyük miktarlarda inşaat ve yıkım atıkları oluşmaktadır. İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünü sağlayabilecek bir dizi politikalar ve düzenlemeler var olmasına rağmen bu politika ve düzenlemelerin pratikte uygulanmasının etkili olmadığı görülmektedir. Sürdürülebilir bir çevre elde edebilmek için inşaat ve yıkım atıklarının maksimum bir şekilde geri dönüşümünün işlenmesi gerekmektedir. İnşaat sektöründe sürdürülebilir ekonomik hedeflerin gerçekleştirilmesi için geleneksel ekonominin döngüsel ekonomiye evrilmesi gerekmektedir. İnşaat sektöründe döngüsel ekonomiye geçişin sağlanması durumunda geleneksel olarak yap-tüket-at modelinden vazgeçilerek malzeme döngüsellüğünün sağlandığı yaklaşımlarla hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik gerçekleştirilebilir.

Şehirleşmenin sunduğu faydalar, altyapı çalışmaları ve yeniden yapılanma çalışmaları nedeniyle artan inşaat projeleri son yıllarda inşaat ve yıkım atıklarının üretiminde ciddi bir artışa yol açmıştır. Çin şehirlerinin yaklaşık olarak % 75'i büyük hacimli inşaat ve yıkım atıkları ile çevrilidir (Ma ve diğerleri, 2020, s.610). Bu durumun başlıca sebebi atık depolamanın atık yönetiminden daha az maliyetli olduğu görüşünün yaygın olmasıdır (Ajayi ve diğerleri, 2015, s.108).

Herhangi bir ülkenin ekonomik kalkınmasının en önemli unsurlarından biri inşaat projeleridir (Arshad ve diğerleri, 2017, s.20). Bu durumun temel nedeni inşaat sektörünün sayısız iş fırsatı oluşturması, ekonomik katkılar sunması ve diğer işletmelere hizmet sağlamasıdır (Ofori, 2015, s.124). Ayrıca inşaat sektörünün her ülkenin büyümesinde zemin teşkil eden bina ve diğer ağır mühendislik projelerini bünyesinde barındırması, sosyoekonomik kalkınmada inşaat sektörünün sahip olduğu rolü çok daha önemli hale getirmektedir. Aynı zamanda inşaat sektörü büyük miktarda doğal kaynak tüketimine sebep olurken katı atık üretiminin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır (Tafesse ve diğerleri, 2022, s.1). Diğer atık türleri ile karşılaştırıldığında inşaat ve yıkım atıklarının tüm atıkların üçte birini oluşturduğu görülmektedir (Tafesse ve diğerleri, 2022, s.1). Bu durum hem devlet politikaları hem de üniversite-sanayi işbirlikleri ile teşvik edilerek desteklenmelidir. Örneğin toprak altı, kum ve taş gibi atıl inşaat ve yıkım atıkları doğrudan başka bir inşaat sahasında yeniden kullanılabilirken, beton, tuğla ve ahşap gibi inşaat ve yıkım atıkları ise geri dönüştürülebilmektedir.

İnşaat faaliyetlerinin ve bu faaliyetlerle ilişkili atıkların katlanarak büyümesi dünya çapında inşaat ve yıkım atıklarının yönetilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. İnşaat ve yıkım atıkları çevrenin bozulmasına neden olan katı atıkların genel toplamı içerisinde büyük bir çoğunluğu oluşturmaktadır. (Lu ve diğerleri, 2018, s.143). Bu sebeple gelişmiş ekonomilerde inşaat ve yıkım

atıkları yönetimine çok fazla önem verilmekte aynı zamanda sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir ekonominin önemli bir teması olarak karşımıza çıkmaktadır. ABD, Avrupa, Birleşik Krallık, Avustralya, Hong Kong ve güçlü bir inşaat sektörüne sahip diğer güçlü ekonomilerde inşaat ve yıkım atıkları genellikle iyi bir şekilde tanımlanmaktadır.

İnşaat sektörü ekonomileri arttıran ve istihdam sağlayan bir endüstri iken arazilerin tükenmesi ve bozulması, katı atık üretimi, toz ve gaz emisyonlarının salınımını arttırması ve yenilenemeyen doğal kaynakların tüketimi gibi bünyesinde barındırdığı durumlar nedeniyle doğal çevre üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Altyapı, yeni konut, ticari bina ve sosyal yaşamın hoş yönlerinden faydalanma taleplerinin karşılanması inşaat ve yıkım atıklarının üretimine sebep olmaktadır. İnşaat ve yıkım atıkları yalnızca inşaat sektörünü değil ülkelerin tüm ekonomisini yakından ilgilendirmektedir (Rifai ve Amoudi, 2016, s.244). Dünya genelinde her yıl büyük miktarlarda inşaat ve yıkım atığının üretildiği, bu atıkların miktarlarının ülkeden ülkeye değişim göstermekle birlikte birçok ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlara yol açtığı bilinmektedir.

Küresel olarak inşaat faaliyetlerinden kaynaklanan inşaat atıkları üretilen toplam katı atığın % 35'ini oluşturmaktadır (Liu ve diğerleri, 2020, s.1). Her yıl büyük miktarlarda inşaat ve yıkım atığı oluşmakta, oluşan bu atıklar ise sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir ekonomiyi olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu etkinin azaltılması için ilk önce inşaat ve yıkım atıklarının oluşumuna katkıda bulunan faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Sera gazlarının en büyük yayıcısı inşaat sektörüdür. Dünya genelinde yıllık olarak üretilen ahşabın % 25'inin, ham taş, çakıl ve kumun ise % 40'ının inşaat sektörü tarafından tüketildiği tahmin edilmekte, inşaat maliyetlerinin yaklaşık olarak % 50 ila % 60'ını malzeme maliyeti oluşturmakta iken satın alınan toplam malzemenin % 9'u ise atığa dönüşmektedir (Swetha ve diğerleri, 2022, s.1).

İnşaat ve yıkım atıkları işlenmediği takdirde çevresel ve sosyal açıdan birçok olumsuz etki yaratmaktadır. İnşaat ve yıkım atıklarının yeniden kullanımı ve geri dönüşümü çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğe verimli ve pratik katkılar sağlayarak ticari ve sosyal maliyetlerin azalmasına fırsat sunmaktadır. Bu bağlamda çalışmada inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada uygun değerlendirmenin gerçekleştirilmesi için beş aşamalı bir Çok Kriterli Karar Verme yaklaşımı tercih edilmiştir. Birinci aşamada çalışmada kullanılan kriterler literatür araştırması sonucunda belirlenmiştir. İkinci aşamada çalışmada yer alan uzman grup oluşturulmuştur. Ardından inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm performansı analiz edilecek olan işletmeler çalışmanın alternatifleri olarak belirlenmiştir. Dördüncü aşamada çalışmada kullanılan kriterlerin önem derecelerinin tespiti için SWARA yönteminden faydalanılmış ve son aşamada ise belirlenen alternatiflerin performansı EDAS yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın katkıları aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir. Çalışmanın ilk katkısı inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünde faaliyet gösteren işletmelerin performanslarının değerlendirilmesi için bir çerçeve önermesidir. İkinci katkısı inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin gerçek durumunu analiz etmekte olup bu analizi SWARA ve EDAS yöntemlerini entegre ederek ilgili alana uygulayan ilk çalışmadır. Son olarak bu çalışma inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin yönetim süreçlerine katkıda buluna etkili bir karar modeli sunmaktadır.

Bu çalışma beş bölümde organize edilmiştir. Çalışmanın takip eden kısmında literatür araştırması yer almaktadır. Üçüncü bölümde SWARA ve EDAS yöntemleri ile ilgili bilgiler sunulmuş, dördüncü bölümde ise inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünde faaliyet gösteren

işletmelerin performansları değerlendirilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise gerçekleştirilen uygulamaya yönelik analiz sonuçlarına dayalı olarak sonuç ve öneriler ile çalışma tamamlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İnşaat ve yıkım atıklarının hacmi diğer atık türlerinin hacmi ile karşılaştırıldığında inşaat ve yıkım atıkları miktarının tüm atık miktarının üçte birini oluşturduğu görülmektedir (Tafesse ve diğerleri, 2022, s.1). Bu durum inşaat ve yıkım atıklarının birçok araştırmacı için araştırma konusu olarak görülmesinin temel nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Çalışmanın bu kısmında, inşaat ve yıkım atıkları üzerine yapılmış araştırmalar, sırasıyla yayımlandıkları dergiler, çalışmalarda yer alan faktörler, çalışmalarda kullanılan yöntemler açısından incelenmiş ve son kısımda ise mevcut çalışmada faydalanılan yöntemler ile gerçekleştirilmiş çalışmalara yer verilmiştir.

Araştırmada 2002-2022 yılları arasında yapılan çalışmalara Scopus ve Web of Science veri tabanlarından ulaşılmıştır. Kitaplar ve kitap bölümleri araştırmaya dâhil edilmemiştir. Araştırmada “Construction Waste”, “Demolition Waste”, “Debris Waste” ve “Construction and Demolition Waste” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Çalışmalara ilişkin açıklayıcı bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. İnşaat ve Yıkım Atıkları ile İlgili Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Atık Tipi	Dergi	Yöntem
Chen ve diğerleri (2002)	İnşaat	Automation in Construction	Grup Tabanlı IRP
Zaharieva ve diğerleri (2003)	İnşaat	Waste Management	Belge Analizi
Kartam ve diğerleri (2004)	İnşaat ve Yıkım	Waste Management	Frekans Analizi
Tam ve diğerleri (2004)	İnşaat	International Journal of Project Management	Yapısal Olmayan Bulanık Karar Destekleme Sistemi/AHP
Li ve diğerleri (2005)	İnşaat	Automation in Construction	Küresel Konum Sistemi/Coğrafi Bilgi Sistemi
Begum ve diğerleri (2007)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	Tabakalı Rastgele Örneklem
Esin ve Cosgun (2007)	İnşaat	Building and Environment	Frekans Analizi
Guzman ve diğerleri (2009)	İnşaat ve Yıkım	Waste Management	Alcores Modeli
Kofoworola ve Gheewala (2009)	İnşaat ve Yıkım	Waste Management	Frekans Analizi
Ortiz ve diğerleri (2010)	İnşaat	Waste Management	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
Wang ve diğerleri (2010)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	Toplam Puan/Ortalama/Standart Sapma
Altuncu ve Kasapseçkin (2011)	İnşaat ve Yıkım	Procedia Engineering	-
Katz ve Baum (2011)	İnşaat	Waste Management	Korelasyon Analizi
Li ve diğerleri (2011)	İnşaat	Procedia Environmental Sciences	Nitel Analiz
Ying ve diğerleri (2011)	İnşaat	Procedia Environmental Sciences	Belge Analizi
Hassan ve diğerleri (2012)	İnşaat	Procedia - Social and Behavioral Sciences	Frekans Analizi
Lachimpadi ve diğerleri (2012)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	Frekans Analizi
Osmani (2012)	İnşaat	Procedia - Social and Behavioral Sciences	Belge Analizi

Ye ve diğerleri (2012)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	Nedensel Döngü Diyagramı
Yuan (2012)	İnşaat	Waste Management	Sistem Dinamiği/Nedensel Döngü Diyagramı
Li ve diğerleri (2013)	İnşaat ve Yıkım	Resources, Conservation and Recycling	Modelleme
Nagapan ve diğerleri (2013)	İnşaat	Procedia Engineering	Piramidal şekil hacim yöntemi
Yuan (2013)	İnşaat	Journal of Cleaner Production	SWOT
Abdelhamid (2014)	İnşaat ve Yıkım	HBRC Journal	Karar Matrisi
Gangoells ve diğerleri (2014)	İnşaat ve Yıkım	Resources, Conservation and Recycling	Frekans Analizi
Li ve Yang (2014)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	T-Testi
Marzouk ve Azab (2014)	İnşaat ve Yıkım	Resources, Conservation and Recycling	Sınır Yeterlilik Testi
Rahman ve diğerleri (2014)	İnşaat	Procedia - Social and Behavioral Sciences	Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modellemesi
Wang ve diğerleri (2014)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	Ortalama/T-Testi
Wu ve diğerleri (2014)	İnşaat ve Yıkım	Waste Management	Yaşam Süresi Analizi
Ajayı ve diğerleri (2015)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	Delphi
Dahlbo ve diğerleri (2015)	İnşaat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	Malzeme Akış Analizi/Enerji Kazanım Oranı/Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi/
Sobotka ve Czaja (2015)	İnşaat	Procedia Engineering	Monte Carlo Simülasyonu
Udawatta ve diğerleri (2015)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	İçerik Analizi/Yapılandırılmış Görüşmeler
Ajayı ve diğerleri (2016)	İnşaat	Journal of Building Engineering	Odak Grup Görüşmesi
Bilal ve diğerleri (2016)	İnşaat	Journal of Building Engineering	Büyük Veri Analitiği/Benzetim
Ding ve diğerleri (2016)	İnşaat	Waste Management	Sistem Dinamiği/Planlı Davranış Teorisi/Simülasyon
Grigoreva ve Oleinik (2016)	İnşaat	Procedia Engineering	Matematiksel Modelleme
Ibrahim ve Ibrahim (2016)	İnşaat ve Yıkım	Sustainable Cities and Society	Korelasyon Analizi
Lai ve diğerleri (2016)	İnşaat ve Yıkım	Procedia Environmental Sciences	Nitel Analiz
Li ve diğerleri (2016)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	İş Kırılım Yapısı
Lu ve diğerleri (2016)	İnşaat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	Büyük Veri Analitiği
Parkes ve diğerleri (2016)	İnşaat	Journal of Environmental Management	Matematiksel Modelleme
Sapuay (2016)	İnşaat	Procedia Environmental Sciences	Gözlem
Wahi ve diğerleri (2016)	İnşaat	Procedia - Social and Behavioral Sciences	Belge Analizi
Magalhaes ve diğerleri (2017)	İnşaat	Waste Management	Literatür Araştırması/Belge Analizi/Nitel ve Nicel Anket Uygulaması
Ajayı ve diğerleri (2018)	İnşaat ve Yıkım	Resources, Conservation and Recycling	Odak Grup Görüşmesi/Tematik Analiz/Yapısal Eşitlik Modeli
Ansari ve Ehrampoush (2018)	İnşaat ve Yıkım	Data in Brief	Betimsel İstatistik
Huang ve diğerleri (2018)	İnşaat ve Yıkım	Resources, Conservation and Recycling	Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler
Menegaki ve Damigos (2018)	İnşaat ve Yıkım	Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry	Literatür Araştırması
Blaisi (2019)	İnşaat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler
Hao ve diğerleri (2019)	İnşaat	Journal of Cleaner Production	Sistem Dinamiği/Simülasyon
Lam ve diğerleri (2019)	İnşaat	Journal of Cleaner Production	Matematiksel Modelleme
Lu ve diğerleri (2019)	İnşaat	Building and Environment	Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler
Lu (2019)	İnşaat	Resources, Conservation and Recycling	Büyük Veri Analitiği

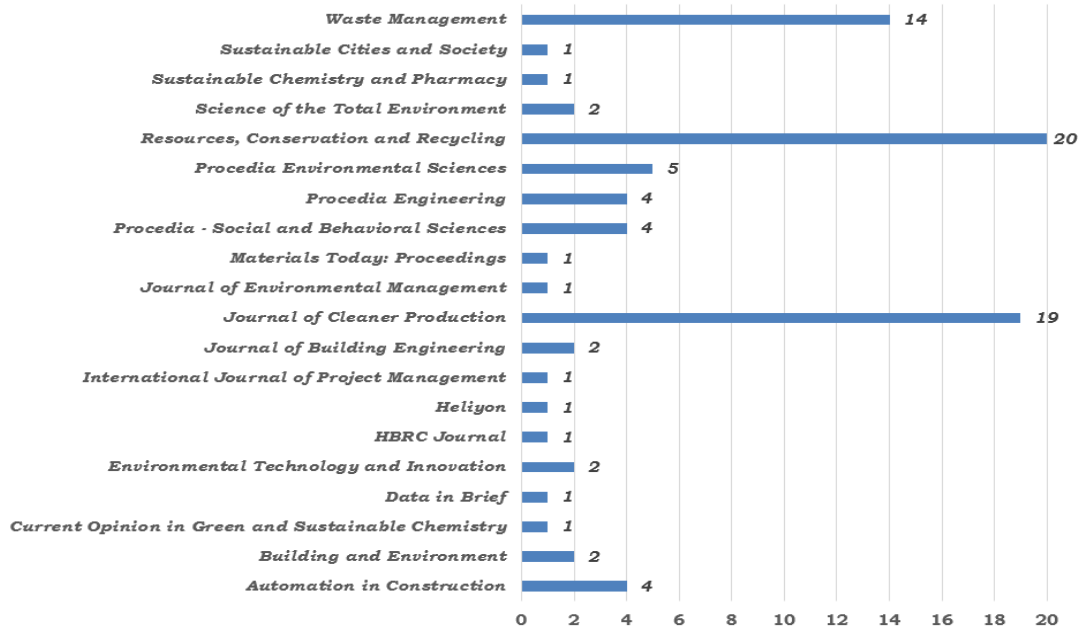
Ger? D?n?f?m ?fletmelerinin İnf?aat ve Yıkım Atıkları Açıfından Performanslarının B?t?nleştirilmiş SWARA-EDAS Y?ntemiyle Değerlendirilmesi: T?rkiye ?rneği

Oliveira ve diğerleri (2019)	İnf?aat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	Mineralojik analiz/Elektron mikroskopu analizi
Wang ve diğerleri (2019)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	Yapısal Eşitlik Modeli
Bao ve diğerleri (2020)	İnf?aat ve Yıkım	Science of the Total Environment	Yarı Yapılandırılmış G?r?şmeler
Chethana ve diğerleri (2020)	İnf?aat	Waste Management	Yaşam D?nemi Maliyetlemesi
Chi ve diğerleri (2020)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	Kolmogorov-Smirnov Testi/Shapiro-WilkTesti/Mann-Whitney U Testi
He ve Yuan (2020)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	Oyun Teorisi
Kong ve Ma (2020)	İnf?aat	Environmental Technology and Innovation	Bulanık K?me Analizi
Liu ve diğerleri (2020)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	Yapısal Eşitlik Modeli
Ma ve Zhang (2020)	İnf?aat	Resources, Conservation and Recycling	Evrimsel Oyun Modeli
Maues ve diğerleri (2020)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	Bulanık Mantık/Matematiksel Modelleme
Su (2020)	İnf?aat	Science of the Total Environment	Evrimsel Oyun Modeli
Xu ve diğerleri (2020)	İnf?aat ve Yıkım	Resources, Conservation and Recycling	B?y?k Veri Analizi
Bao ve Lu (2021)	İnf?aat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	Yarı Yapılandırılmış G?r?şmeler
Davis ve diğerleri (2021)	İnf?aat ve Yıkım	Automation in Construction	Evrifimli Sinirsel Aę
Lu ve diğerleri (2021a)	İnf?aat	Waste Management	Çoklu Doğrusal Regresyon/Karar Ağacı/Yapay Sinir Ağı
Lu ve diğerleri (2021b)	İnf?aat	Waste Management	Yarı Yapılandırılmış G?r?şmeler
Sepasgozar ve diğerleri (2021)	İnf?aat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	T-Test/ANOVA
Yang ve diğerleri (2021)	İnf?aat	Resources, Conservation and Recycling	Makine ?ęrenmesi
Bi ve diğerleri (2022)	İnf?aat ve Yıkım	Resources, Conservation and Recycling	Tam Sayılı Doğrusal Programlama/B?y?k Veri Analitiği/Benzetim
Hu ve diğerleri (2022)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	T-testi, Pearson Korelasyon Analizi/ Eğri Uydurma Modeli
Janani ve diğerleri (2022)	İnf?aat ve Yıkım	Materials Today: Proceedings	Frekans Analizi
Kang ve diğerleri (2022)	İnf?aat ve Yıkım	Waste Management	Fayda-Maliyet Analizi
Li ve diğerleri (2022a)	İnf?aat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	Doğrusal Programlama
Li ve diğerleri (2022b)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	Bayes Ağı Yaklaşımı
Liu ve diğerleri (2022)	İnf?aat	Journal of Cleaner Production	Yapısal Eşitlik Modeli
Ogunmakinde ve diğerleri (2022)	İnf?aat	Resources, Conservation and Recycling	Literat?r Araştırması
Oluleye ve diğerleri (2022)	İnf?aat ve Yıkım	Journal of Cleaner Production	Bilimsel Haritalama
Swetha ve diğerleri (2022)	İnf?aat ve Yıkım	Environmental Technology and Innovation	Tematik Analiz/Yapısal Eşitlik Modeli
Tafesse ve diğerleri (2022)	İnf?aat	Heliyon	Ortalama Değer/G?venilirlik Analizi
Wu ve diğerleri (2022)	İnf?aat ve Yıkım	Sustainable Chemistry and Pharmacy	Petri Ağı
Zhang ve Ahmed (2022)	İnf?aat	Automation in Construction	Kuyruk sistemi değerlendirmesi ve etki azaltma (QueSAIR)

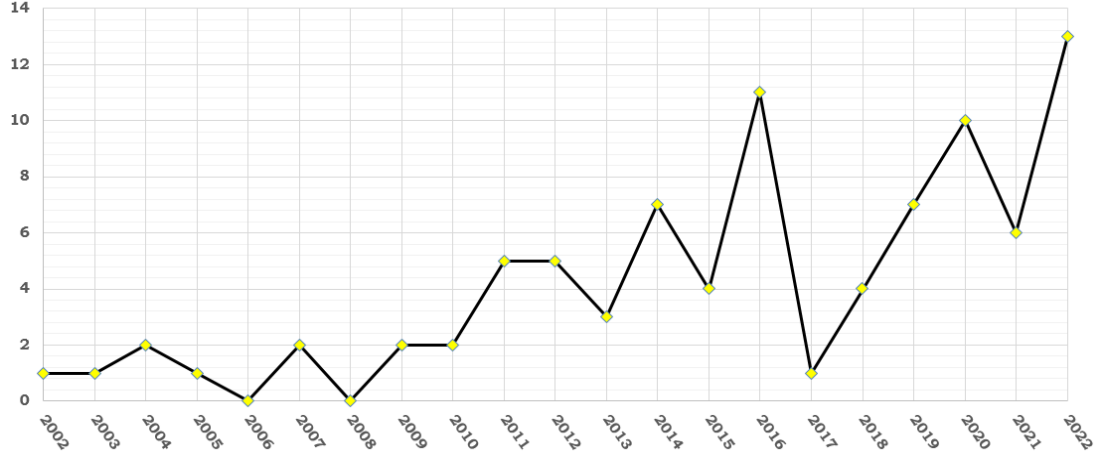
2.1. İnf?aat ve Yıkım Atıkları Çalışmalarının Yer Aldığı Dergiler

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların yayımlandıkları dergiler incelendiğinde inşaat ve yıkım atıkları çalışmalarının yirmi farklı dergide yayımlandığı tespit edilmiştir. Belirlenen bu dergiler arasında en fazla çalışmaya yayın sayısına g?re sırasıyla “Resources, Conservation and Recycling” ile “Journal of Cleaner Production” dergileri yer vermiştir. Çalışmaların yer aldığı

dergilerin yayın sayısı Grafik 1'de, yıllara göre çalışmaların dağılımı ise Grafik 2'de gösterilmektedir.



Grafik 1. İnşaat ve Yıkım Atıkları ile İlgili Çalışmalar



Grafik 2. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Grafik 2'de görüldüğü üzere inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili çalışmaların son yıllarda büyük bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu artışın temelinde ülkelerin sürdürülebilir ekonomik ve çevresel hedeflere olan eğilimin artışıyla kaynaklı olduğu söylenebilmektedir.

2.2. İnşaat ve Yıkım Atıkları Çalışmalarında Kullanılan Faktörler

Araştırmada yer alan çalışmalarda bulunan faktörler incelendiğinde çevresel faktörlerin ön planda olduğu ifade edilebilmektedir. Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan faktörlere yönelik bilgiler Tablo 2'de gösterilmektedir.

Geri Dönüşüm İşletmelerinin İnşaat ve Yıkım Atıkları Açısından Performanslarının Bütünleştirilmiş SWARA-EDAS Yöntemiyle Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği

Tablo 2. Çalışmalarda Yer Alan Faktörler

Yazar, (Yıl)	Ana Faktörler	Alt Faktörler
Tam ve diğerleri, (2004)	*Yönetim performansı	*Yönetim katılımı
		*Eğitim
		*Yatırım
		*Çevre yönetim programı
		*Araştırma ve geliştirme
	*Operasyonel performans	*Çevre planlaması
		*Ekipman bakımı
		*Hava kirliliği kontrolü
		*Gürültü kirliliği kontrolü
		*Su kirliliği kontrolü
Yuan, (2012)	*Hava kirliliğinin değeri	
	*Yasadışı atıkların çevresel etkileri	
	*Yasadışı atıkların toplum imajı üzerindeki etkisi	
	*İnşaat atıkları yönetiminin fiziksel çalışma ortamına etkileri	
	*İş fırsatlarının fiili olarak sağlanması	
	*Gürültü emisyonunun birikmiş performans değeri	
	*İnşaat atıklarını en aza indirmek için gerçek uygulayıcıların inisiyatifi	
	*İnşaat atıkları yönetiminde operatörlerin güvenlik durumunun değiştirilmesi	
	*İnşaat atıklarını en aza indirmek için uygulayıcının inisiyatifinin değiştirilmesi	
	*İnşaat atıkları yönetiminde fiziksel çalışma ortamının değiştirilmesi	
	*İnşaat atıklarının yasadışı boşaltımı	
	*Yasadışı inşaat atıkları bertarafının toplum imajı üzerindeki etkisinin iyileştirilmesi	
	*İnşaat atıkları yönetiminin sağlık üzerindeki etkileri	
	*Zaman	
	*İnşaat atığı yönetiminde operatörlerin güvenliği	
	*Yasadışı inşaat atığı boşaltma davranışının düzenlenmesi için kamuoyuna çağrı	
	*Ugulayıcıların inşaat atıklarını en aza indirme girişimi	
	*İnşaat atığı yönetim performansı hakkında kamu memnuniyeti	
	*Ugulayıcıların inşaat atıklarını azaltma konusundaki istekliliği	
	*Yasadışı inşaat atıkları bertarafının düzenlenmesi	
*Sosyal performans değeri		
*İş fırsatlarının sağlanma değeri		
*Aylık inşaat atık üretimi		
*İş fırsatlarının sağlanmasının oranı		
*Ugulayıcıların inşaat atıklarını en aza indirme girişimi		
Atık yönetimi performansı ile ilgili kamu memnuniyeti		
Gangolells ve diğerleri, (2014)	*Devam eden şantiye sayısı	
	*Toplam çalışan sayısı	
	*Şirketin mevcut iş stratejisi	
	*Şirketin mevcut çevre yönetim sistemi	
	*İnşaat atıkları için yasal çerçeve	
	*Kamu imajı	
	*Çevresel sürdürülebilirlik	
	*Maliyetlerin azaltımı	
*Sağlık ve güvenlik koşulları		
*Rekabet gücünün artırılması		
Li ve Yang, (2014)	*Ortak faktörler	*Tasarım
		*Alan planlaması
		*Malzemelerin taşınması ve yönetimi
		*Proje yönetimi
		*İş süreci
		*Takım çalışması
*Organizasyon		

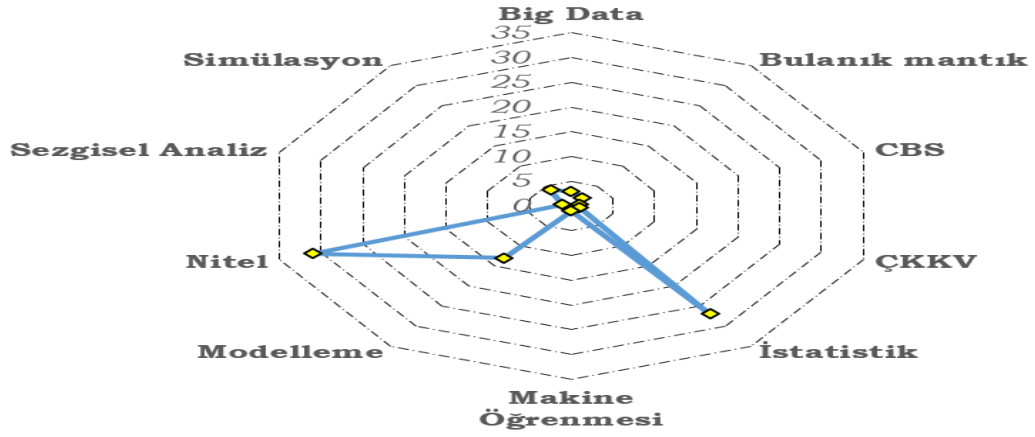
	*Karakteristik faktörler	*Bilgi *Alan *Süreç *Yönetim
Rahman ve diğerleri, (2014)	*Tasarım *Yönetim *Malzeme ve ekipmanların elleçlenmesi *Tedarik *Alan durumu *Çalışanlar *Dış etkenler	-
Sobotka ve Czaja, (2015)	*Ekonomik *Sosyal *Çevresel *Teşhis yöntemleri *İşleme teknolojileri *Alan koşulları	-
Huang ve diğerleri, (2018)	*Azaltım *Yeniden kullanım *Geri dönüşüm	*Tasarım standartlarının eksikliği *Bertaraf maliyeti *Uygun olmayan şehir planlaması *Toplama ve ayırma için kılavuz eksikliği *Yeniden kullanım için bilgi ve standart eksikliği *Yeniden kullanım için Pazar gelişmişliğinin eksikliği *Etkin olmayan yönetim sistemi *Olgunlaşmamış geri dönüşüm teknolojisi *Geri dönüşüm ürünleri için pazar gelişmişliğinin eksikliği *Olgunlaşmamış geri dönüşüm piyasası operasyonları
Wang ve diğerleri, (2019)	*Tasarımcıların inşaat atıklarının en aza indirilmesine yönelik tutumları *Kurumsal iç kültür *Sosyal ortam ve piyasa ortamı *Devlet denetimi *Proje kısıtlamaları *Tasarım birimlerinin inşaat atıklarının en aza indirilmesine yönelik istekliliği	-
Chi ve diğerleri, (2020)	*Binanın yeniden kullanılabilirliği *İnşaat atık yönetimi *Malzemelerin yeniden kullanımı *Geri dönüştürülmüş içerik *Bölgesel malzemeler *Hızla yenilenebilir malzemeler *Sertifikalı ahşaplar	-
Liu ve diğerleri, (2020)	*Profesyonel etik *Yönetimsel eylemler *Sürdürülebilirlik *Devlet sübvansiyonu *Sözleşme *İnşaat malzemelerinin taşınması *Yerinde yönetim ve planlama *Malzeme depolama *Alan operasyonları	-
Swetha ve diğerleri, (2022)	*Tutumlar *Öznel normlar *Algılanan davranış kontrolü *Bilgi *Algılanan kullanılabilirlik	-
Tafesse ve diğerleri, (2022)	*Proje maliyet aşımı *Hava kirlenmeler ile ilgili hastalıklar *Çevrenin kirlenmesi *İnşaat firmalarının karında azalma veya kayıp *İnşaat firmalarının GSYİH katkısının azalması *Aşırı hammadde tüketimi *Kaynakların tükenmesi *Halk sağlığı ve güvenliği riskleri *Toprağın kirlenmesi *Proje süresinin gecikmesi veya zaman aşımı *Sürdürülebilirliğin azalması *Atıkların boşaltılması için arazi kullanımı veya arazi tüketimi *Trafik sıkışıklığı *Su kirliliğine neden olan atıkların üretimi *Biyocoşululuk ve yaşam ortamının tahribatı *Bertaraf işlemlerinin topluluk üzerindeki etkisi *Seragazi etkisi	-

Geri Dönüşüm İşletmelerinin İnşaat ve Yıkım Atıkları Açısından Performanslarının Bütünleştirilmiş SWARA-EDAS Yöntemiyle Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği

*Toz oluşumu
*Enkaz atıklarından kaynaklı oluşan sel
*Yasadışı boşaltımda artış
*Tarımsal verimliliğin azalması
*Atık bertarafı için depolama ücreti
*Atıkların taşınması için nakliye ücretleri
*Hammadde fiyatları
*Paydaşlar arasındaki uyumsuzluk

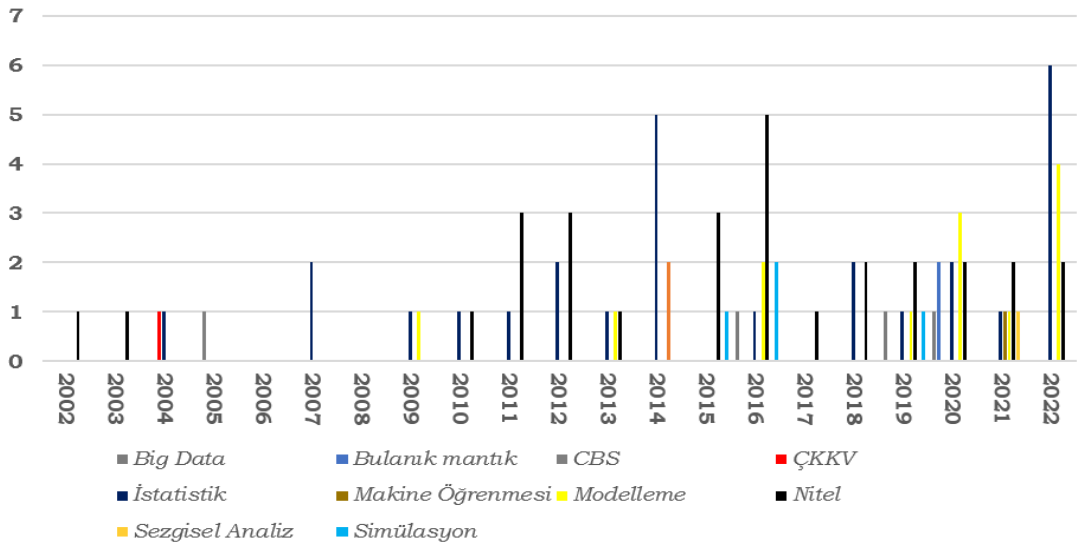
2.3. Çalışmalarda Kullanılan Yöntemler

İnşaat ve yıkım atıkları ile ilgili çalışmaların yöntemlerine göre dağılımları Grafik 3'te gösterilmektedir.



Grafik 3. Çalışmaların Kullanılan Yöntemlere Göre Dağılımı

Grafik 3'te görüldüğü üzere inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılma sayılarına göre sırasıyla nitel araştırma yöntemleri ile istatistiki araştırma yöntemlerinin diğer yöntemlere kıyasla daha fazla tercih edildiği söylenebilmektedir. Grafik 4'te inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili çalışmalarda kullanılan yöntemlerin yıllara göre dağılımı gösterilmektedir.



Grafik 4. Çalışmalarda Kullanılan Yöntemlerin Yıllara Göre Dağılımı

Grafik 4'e göre istatistiki yöntemlerin son yıllarda sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde ise inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili en yaygın kullanılan yöntemlerin istatistiki yöntemler olduğu ifade edilebilmektedir.

2.4. Bütünleştirilmiş SWARA/EDAS Yöntemiyle Gerçekleştirilmiş Çalışmalar Çalışmalarda Kullanılan Yöntemler

Literatürde SWARA ve EDAS yöntemlerinin farklı ÇKKV yöntemleriyle bütünleştirildiği çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen SWARA ve EDAS yöntemlerinin birbirleri ile bütünleştirildiği çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda bütünleştirilmiş SWARA-EDAS yöntemiyle gerçekleştirilmiş çalışmalara ilişkin bilgiler Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Bütünleştirilmiş SWARA/EDAS Yöntemiyle Gerçekleştirilmiş Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Çalışmanın Konusu	Dergi	Yöntem
Juodagalviene ve diğerleri (2017)	Ev Şekil Tasarımlarının Seçimi	Engineering Structures and Technologies	SWARA/EDAS
Chini ve diğerleri (2018)	Ahşap Plastik Kompozit Kirişlerin Güçlendirilmesi İçin Yöntem Seçimi	Archives of Civil Engineering	SWARA/EDAS
Çakır (2018a)	Fitness Merkezlerinin Değerlendirilmesi	Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi	SWARA/EDAS
Çakır (2018b)	Yazılım Seçimi	Business, Economics and Management Research Journal	SWARA/EDAS
Kısa ve Ayçin (2019)	Lojistik Performans Değerlendirmesi	Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi	SWARA/EDAS
Ulutaş (2019)	Lojistik Firmalarına Ait Performans Analizi	Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi	Entropi/SWARA/EDAS
Mostafaeipour ve diğerleri (2020)	Hidrojen Üretim Tesislerinin Yer Seçimi	International Journal of Hydrogen Energy	SWARA/EDAS/ARAS/T OPSIS/VIKOR
Saygın ve Kundakçı (2020)	Oecd Ülkelerinin Sağlık Göstergelerinin Değerlendirilmesi	Alanya Akademik Bakış Dergisi	SWARA/EDAS/ARAS
Almutairi ve diğerleri (2021a)	Rüzgâr Enerjisinden Faydalanan Hidrojen Projelerinin Geliştirilmesi	International Journal of Hydrogen Energy	Weibull fonksiyonu/SWARA/EDAS
Almutairi ve diğerleri (2021b)	Rüzgâr Enerjisi Kullanarak Hidrojen Üretimi Gerçekleştiren İstasyonların Önceliklendirilmesi	Energy Strategy Reviews	CBS/SWARA/EDAS
Akram ve diğerleri (2022)	Destek Alınacak Hidroelektrik Santrallerinin Tanımlanması	Arabian Journal for Science and Engineering	Küresel Bulanık Kümeler/SWARA/COPRAS/EDAS/TOPSIS
Çakallı (2022)	Mevduat Bankalarına Ait Performansların Değerlendirilmesi	Alanya Akademik Bakış Dergisi	Entropi/SWARA/EDAS
Dehshiri (2022)	Geleneksel Binalarda Enerji Teknolojisinin Seçimi	Energy	SWARA/EDAS
Dehshiri ve Firoozabadi (2022)	Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi	Energy	SWARA/MARCOS/VIKOR/WASPAS/EDAS
Yücenur ve diğerleri (2022)	Tarım Sektöründe Endüstri 4,0 Uygulamalarının Önceliklendirilmesi	International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics	SWARA/EDAS

Tablo 3'te yer alan çalışmalar konuları açısından incelendiğinde bütünleştirilmiş SWARA/EDAS yönteminin çeşitli alanlarda uygulanabildiği görülmektedir. Literatürde yer alan bütünleştirilmiş SWARA/EDAS yöntemiyle gerçekleştirilmiş çalışmaların uygulandığı alanlara göre farklılık gösterdiği fakat inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümü ile ilgili bir çalışmaya bütünleştirilmiş SWARA/EDAS yönteminin uygulanmadığı görülmüştür.

Literatürdeki inşaat ve yıkım atıkları çalışmaları ile gerçekleştirilen çalışmanın amacı kıyaslandığında, bu çalışma inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünü sağlayan firmaların performanslarının tespit edildiği ilk çalışmadır. Ayrıca yapılan çalışma kullanılan yöntemler açısından literatürdeki mevcut araştırmalar ile karşılaştırıldığında ise yapılan çalışma inşaat ve yıkım atıkları literatüründe SWARA/EDAS yöntemlerini bütünleştirerek kullanan ilk çalışmadır. Yapılan çalışmanın bu iki noktada mevcut literatürde var olan boşluğu doldurarak literatüre katkı sağlaması düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performanslarının değerlendirilmesi amaçlanan bu çalışmanın uygulamasında sırasıyla SWARA ve EDAS yöntemlerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde ilgili yöntemlerin işleyiş adımları sırasıyla konu edilmiştir.

3.1. SWARA Yöntemi

Karar verme problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Step-Wise Weight Assesment Ratio Analysis (SWARA) yöntemi yeşil tedarikçi değerlendirmesi, tersine lojistik, motor çalışma parametrelerinin optimizasyonu gibi birçok farklı sorunların çözümünde kullanılabilir (Chauhan ve diğerleri, 2021, s.6).

Kriterlerin göreceli ağırlıklarını belirleyen SWARA yöntemi (Chauhan ve diğerleri, 2021, s.6), Kersulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılında önerilmiş olup son yıllarda farklı araştırma alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Akhanova ve diğerleri, 2020, s.4).

SWARA yöntemi uzman temelli bir yöntemdir. Bu durumun sebebi her bir uzmanın kriter ağırlıklarını değerlendirmede ve kriterlerin önemini seçmede büyük bir rolünün bulunmasıdır. SWARA yöntemi, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) gibi diğer benzer yöntemlerden farklı olarak karar vericilere ya da uzmanlara değerlendirecekleri kriterlerin önceliğini seçme konusunda özgürlük sunarak yapılan değerlendirmeleri daha anlaşılır hale getirmektedir (Chauhan ve diğerleri, 2021, s.7).

SWARA yönteminin diğer ağırlıklandırma yöntemlerine göre en büyük avantajı kriter önceliklerinin uzman görüşüne göre verilmesidir. SWARA yönteminin bünyesinde barınan çeşitli avantajlar bulunmaktadır. Bu avantajlar aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir (Pamucar ve diğerleri, 2021, s.6):

- Uzmanlardan veri toplanması ve uzmanların koordine edilmesinde kolaylık sağlamaktadır.
- Uzman tercihlerinin kriter ağırlıklarının nihai değerleri üzerindeki etkisini kolaylıkla anlamayı sağlayan matematiksel donanıma sahiptir.
- AHP gibi diğer yöntemlerde sekizden fazla kriterin yer aldığı problemlerde tutarlı değerlendirmelerin yapılması zorlaşmaktadır. SWARA yönteminde ise çok sayıda kriter

olması durumunda bile böyle bir tutarsızlık durumu oluşmamakta, bu sayede kriterlerin ağırlıklandırılması işlemine imkan sağlanmaktadır.

- SWARA yönteminde uzman tercihlerini ifade etmek için uygun olan herhangi bir ölçek kullanılabilir. Bu özellik SWARA yönteminin belirli bir duruma uyarlanmasını sağlayarak yöneme önemli bir esneklik sağlamaktadır.

SWARA yöntemi, sağlamış olduğu tüm bu avantajlar nedeniyle çalışmanın uygulama kısmında kriterlerin ağırlıklandırılması için tercih edilmiştir. Kriter ağırlıklarının SWARA yöntemiyle belirlenmesi için uygulanan adımlar aşağıda gösterilmektedir (Pajic ve diğerleri, 2022; Akhanova ve diğerleri, 2020);

Adım 1. Tüm kriterler uzmanlar tarafından değerlendirilen önem seviyelerine göre azalan düzende sıralanmalıdır.

Adım 2. Uzmanlar ikinci kriterden başlayarak j kriterinin j+1 kriterine göre göreceli önemini belirtmektedir. Bu yol ile ortalama değer karşılaştırmalı önemi (S_j) her bir kriter için belirlenmektedir. S_j değeri aşağıdaki formül (1) aracılığıyla belirlenmektedir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{n} \quad (1)$$

Formül 1'de yer alan n uzman sayısını, A_i uzmanlar tarafından her bir kriter için önerilen önem sırasını, j ise kriter sayısını ifade etmektedir.

Adım 3. K_j katsayısı aşağıdaki formül (2) aracılığıyla belirlenmektedir.

$$K_j = \{1, j = 1; S_j + 1, j > 1\} \quad (2)$$

Adım 4. K_j katsayısının belirlenmesinin ardından kriterlerin ağırlıkları yeniden hesaplanır. Yeniden hesaplanan kriter ağırlıkları (q_j) aşağıdaki formül (3) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$q_j = \{1, j = 1; \frac{q_{j-1}}{K_j}, j > 1\} \quad (3)$$

Adım 5. Kriterlerin göreceli ağırlık değerlerine (w_j) aşağıda gösterilen formül (4) aracılığıyla ulaşılmaktadır.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{i=1}^n q_i} \quad (4)$$

3.2. EDAS Yöntemi

Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS), 2015 yılında Keshavarz, Zavadskas, Olfat ve Turskis tarafından geliştirilmiş (Ghorabae ve diğerleri, 2015, s.438), ortalama çözümden pozitif ve negatif uzaklıklara göre en iyi alternatifin belirlenmesine olanak sağlayan bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemidir (Schitea ve diğerleri, 2019, s.8592).

Kriter ve alternatif sayısı sırasıyla m ve n olan EDAS yönteminin uygulama adımları aşağıda gösterilmektedir (Bania ve diğerleri, 2021; Aggarwal ve diğerleri, 2018):

Adım 1. Karar matrisi (X) aşağıdaki şekilde (5) oluşturulur.

$$X = [x_{11} \ x_{12} \ \dots \ x_{1n} \ x_{21} \ x_{22} \ \dots \ x_{2n} \ \vdots \ \vdots \ x_{m1} \ x_{m2} \ \dots \ x_{mn}] \quad (5)$$

Karar matrisindeki x_{ij} değeri j kriterindeki i alternatifinin sahip olduğu değeri ifade etmektedir. $x_{ij} \geq 0$ olmalıdır.

Adım 2. Her bir kriter için ortalama değer (AV_j) aşağıdaki formül (6) aracılığıyla hesaplanarak ortalama çözüm matrisi (AV) (7) oluşturulur.

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m} \quad (6)$$

$$AV = [AV_j]_{1 \times n} \quad (7)$$

Adım 3. Kriterlerin fayda ve maliyet türlerine göre ortalamadan pozitif uzaklık (PDA_{ij}) ve ortalamadan negatif uzaklık (NDA_{ij}) değerleri sırasıyla aşağıdaki formül (8) ve (9) aracılığıyla hesaplanmaktadır.

$$PDA_{ij} = \left\{ \frac{\max(0, (x_{ij} - AV_j))}{AV_j}, \text{ eğer } j \text{ kriteri fayda ise } \frac{\max(0, (AV_j - x_{ij}))}{AV_j}, \text{ eğer } j \text{ kriteri maliyet ise} \right. \quad (8)$$

$$NDA_{ij} = \left\{ \frac{\max(0, (AV_j - x_{ij}))}{AV_j}, \text{ eğer } j \text{ kriteri fayda ise } \frac{\max(0, (x_{ij} - AV_j))}{AV_j}, \text{ eğer } j \text{ kriteri maliyet ise} \right. \quad (9)$$

Adım 4. Ağırlıklandırılmış toplam pozitif (SP_i) ve ağırlıklandırılmış toplam negatif (SN_i) değerler sırasıyla aşağıdaki formül (10) ve (11) yardımıyla belirlenir.

$$SP_i = \sum_{j=1}^n w_j \times PDA_{ij} \quad (10)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^n w_j \times NDA_{ij} \quad (11)$$

Formül (10) ve formül (11)'de yer alan w_j , j kriterinin sahip olduğu ağırlık değerini temsil etmektedir.

Adım 5. Ağırlıklandırılmış toplam değerlerin bulunmasının ardından elde edilen SP_i ve SN_i değerleri sırasıyla aşağıdaki formül (12) ve (13) aracılığıyla normalize edilir.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max(SP_i)} \quad (12)$$

$$NSN_i = \frac{SN_i}{\max(SN_i)} \quad (13)$$

Adım 6. Normalizasyon işleminin ardından alternatiflerin değerlendirme puanları (AS_i) aşağıdaki formül (14) yardımıyla elde edilir.

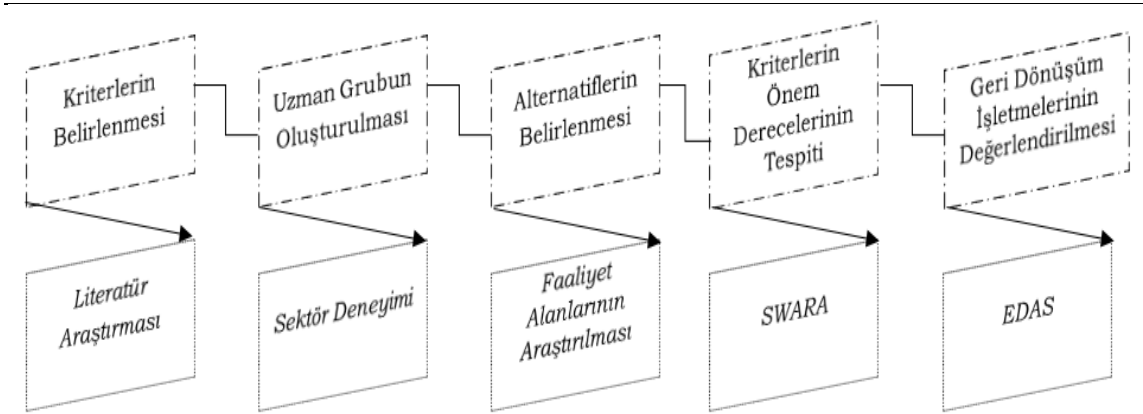
$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i) \quad (14)$$

Adım 7. Son adımda ise alternatifler sahip oldukları değerlendirme puanları doğrultusunda azalan düzene göre sıralanır. En yüksek AS_i değerine sahip olan alternatif, tüm alternatifler arasındaki en iyi seçenek olarak belirlenmektedir.

4. UYGULAMA

Dünya genelinde artan nüfusa paralel olarak yükselen inşaat faaliyetlerinin etkisiyle birlikte sürdürülebilir ekonomik ve çevresel hedeflerin önemi daha fazla artmaktadır. Küresel dünya düzeninde inşaat sektörü ülkelerin rekabet edebilirliğini etkileyen en önemli unsurlardan birini oluşturmaktadır. Gündelik hayatın temelini oluşturan inşaat faaliyetlerinden kaynaklanan inşaat ve yıkım atıkları ise ülke ekonomilerinde hayati bir role sahiptir.

Bu çalışmada inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren geri dönüşüm işletmelerinin performansları değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen uygulamada Türkiye'de geri dönüşüm sektöründe bulunup inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünde faaliyet gösteren beş farklı işletmenin performansı değerlendirilmiştir. Çalışmada tasarlanan uygulama beş aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada belirlenen amaç doğrultusunda gerçekleştirilen uygulamanın akışı Şekil 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. Çalışmanın Uygulama Aşamaları

4.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan kriterlerin belirlenmesinde literatür araştırması temel alınmıştır. Çalışmada Türkiye’de inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünde faaliyet gösteren işletmelerin değerlendirilmesinde kullanılabilecek on iki adet kriter belirlenmiştir. Çalışmada yer alan kriterler Tablo 4’te gösterilmektedir.

Tablo 4. İnşaat ve Yıkım Atıkları Açısından Geri Dönüşüm İşletmelerinin Değerlendirilme Kriterleri

Kriter	Açıklama	Kaynak
Yatırım (C₁)	İşletmelerin geri dönüşüm faaliyetleri ile ilişkili ekipman ve tesisler için gerçekleştirdikleri yatırımları ifade etmektedir.	Tam ve diğerleri, 2004
Araştırma ve Geliştirme (C₂)	Diğer geri dönüşüm işletmelerine göre üstünlüklerini korumak için ilgili işletmenin yaptığı çalışmaları kapsamaktadır.	Tam ve diğerleri, 2004
Enerji Tüketimi (C₃)	İşletmelerin inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünü gerçekleştirirken harcamış oldukları enerji miktarını ifade etmektedir.	Tam ve diğerleri, 2004
Çevresel Etkiler (C₄)	İşletmelerin inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünü gerçekleştirirken hava, su, gürültü ve atık kirliliği kontrolünü sağlamlasını ifade etmektedir.	Yuan, 2012
Maliyetler (C₅)	İşletmelerin inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümü faaliyetlerinde katlandıkları sabit ve değişken maliyetleri ifade etmektedir.	Gangolells ve diğerleri, 2014
Sağlık ve Güvenlik Koşulları (C₆)	İşletmelerin gerçekleştirmiş oldukları geri dönüşüm faaliyetlerinden kaynaklanabilecek kazalar, çalışanların yaralanmaları ve malzeme kaybı gibi durumların yaşanmaması için aldığı önlemleri kapsamaktadır.	Gangolells ve diğerleri, 2014
İşleme Teknolojileri (C₇)	İşletmelerin geri kazanım seçeneklerinin artmasına katkıda bulunarak geri kazanılmış inşaat ve yıkım atıklarından üretilen ürünlerin fiyatlarının yeni üretilenlere kıyasla daha fazla rekabet edebilirliğini sağlamaktadır.	Sobotka ve Czaja, 2015
Yönetsel Eylemler (C₈)	Geri dönüşüm işletmelerinin, devletin uyguladığı ceza, teşvik, gözetim ve eğitim uygulamalarındaki paydaşlık durumunu ifade etmektedir.	Liu ve diğerleri, 2020
Sürdürülebilirlik (C₉)	Çevresel etkilerin en aza indirilmesi için kullanılması gereken teknikler ile teknolojilerin seçilmesi ve dönemsel farklılıklara bağlı olarak işletme ve planlama yöntemlerini ifade etmektedir.	Liu ve diğerleri, 2020
İnşaat ve Yıkım Atıklarının Taşınması (C₁₀)	İşletmenin teslimat araçlarının inşaat alanında planlanan ulaşım güzergâhlarına girebilmeleri, tahliye edilen atıkların çalışanlar tarafından korunması ve tahliye edilen atıkların boşaltımı için etkili yöntemlerin benimsenmesini ifade etmektedir.	Liu ve diğerleri, 2020
Atıkların ve Malzemelerin Depolanması (C₁₁)	İşletmelerin inşaat ve yıkım atıklarının ve geri dönüşümü tamamlanmış ürünlerin depolanması ile ilgili gerçekleştirdikleri tüm depolama faaliyetlerini kapsamaktadır.	Liu ve diğerleri, 2020
Nakliye Ücretleri (C₁₂)	İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm tesislerine taşınması için işletmelerin ödedikleri ücretleri ifade etmektedir.	Tafesse ve diğerleri, 2022

4.2. Uzman Grubun Oluşturulması

Çalışmanın uygulama kısmında bulunan uzman grup, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümü sürecinde deneyimi bulunma şartına sahip kişilerden oluşturulmuştur. Bu şart ekseninde çalışmada bulunan uzman grup, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümü sürecinde deneyime sahip dört özel sektör çalışanı ile inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili akademik çalışmalara sahip üç akademisyenden olmak üzere toplam yedi kişiden oluşmaktadır. Çalışmada oluşturulan uzman gruba yönelik bilgiler Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Uzman Gruba İlişkin Bilgiler

Uzman	Unvan/Eğitim Seviyesi	Tecrübe Türü	Sektör Tecrübesi
Uzman 1	Çevre Mühendisliği	Özel Sektör	≥ 3 Yıl
Uzman 2	İşletme	Özel Sektör	≥ 4 Yıl
Uzman 3	İnşaat Mühendisliği	Özel Sektör	≥ 10 Yıl
Uzman 4	Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	Özel Sektör	≥ 7 Yıl
Uzman 5	Doçent Doktor	Akademik	≥ 5 Yıl
Uzman 6	Doçent Doktor	Akademik	≥ 8 Yıl
Uzman 7	Profesör Doktor	Akademik	≥ 12 Yıl

4.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Çalışmanın bu bölümünde inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performanslarının değerlendirilmesi problemine çözüm aranmıştır. Bu amaç ekseninde gerçekleştirilen faaliyet alanı araştırması sonucunda inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren on altı işletme ile iletişime geçilmiş, geri dönüş alınabilen beş işletme çalışmanın alternatifleri olarak belirlenmiştir. İşletmelerin istekleri doğrultusunda tüm özel bilgilerinin gizli tutulması için, çalışmada değerlendirilen işletmeler *Alternatif 1*, *Alternatif 2*, *Alternatif 3*, *Alternatif 4* ve *Alternatif 5* olarak adlandırılmıştır.

4.4. Kriterlerin Önem Derecelerinin Tespiti

Çalışmada kullanılan kriterlerin önem dereceleri SWARA yönteminden faydalanılarak tespit edilmiştir. Belirlenen kriterlerin önem derecelerinin tespit edilmesinde yedi kişiden oluşan uzman grupta yer alan kişilerle yüz yüze ve elektronik ortamda yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kriterlerin karar vericiler tarafından gerçekleştirilmiş olan sıralamaları Tablo 6'da sunulmaktadır.

Tablo 6. Karar Vericiler Tarafından Gerçekleştirilmiş Kriter Sıralaması

Kriterler	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄	KV ₅	KV ₆	KV ₇
Yatırım (C ₁)	8	2	1	3	6	4	1
Araştırma ve Geliştirme (C ₂)	10	12	5	12	12	11	10
Enerji Tüketimi (C ₃)	9	9	8	11	8	9	9
Çevresel Etkiler (C ₄)	7	8	6	2	7	7	2
Maliyetler (C ₅)	2	3	3	4	5	8	7
Sağlık ve Güvenlik Koşulları (C ₆)	12	10	9	10	11	6	8
İşleme Teknolojileri (C ₇)	11	11	4	9	10	10	11
Yönetsel Eylemler (C ₈)	3	7	10	7	4	5	6
Sürdürülebilirlik (C ₉)	1	1	2	1	2	1	3
İnşaat ve Yıkım Atıklarının Taşınması (C ₁₀)	6	5	7	8	3	3	5
Atıkların ve Malzemelerin Depolanması (C ₁₁)	4	4	11	5	1	2	4
Nakliye Ücretleri (C ₁₂)	5	6	12	6	9	12	12

Karar vericiler tarafından gerçekleştirilen sıralamadan sonra aynı karar vericiler kriterleri önem derecelerine göre 0-1 aralığında puanlandırmıştır. İlk sırada bulunan kriter bir puan ile

puanlandırılırken diğer kriterler sahip oldukları sıraya göre puanlandırılmıştır. Yedi karar vericinin gerçekleştirmiş olduğu puanlama Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7. Karar Vericiler Tarafından Gerçekleştirilmiş Kriter Puanlaması

Kriterler	KV₁	KV₂	KV₃	KV₄	KV₅	KV₆	KV₇
<i>Yatırım (C₁)</i>	0,40	0,80	1,00	0,20	0,50	0,65	1,00
<i>Araştırma ve Geliştirme (C₂)</i>	0,50	0,10	0,30	0,10	0,50	0,30	0,50
<i>Enerji Tüketimi (C₃)</i>	0,70	0,40	0,50	0,40	0,20	0,10	0,10
<i>Çevresel Etkiler (C₄)</i>	0,70	0,50	0,80	0,60	0,60	0,45	0,90
<i>Maliyetler (C₅)</i>	0,90	0,90	0,60	0,10	0,70	0,35	0,60
<i>Sağlık ve Güvenlik Koşulları (C₆)</i>	0,20	0,70	0,60	0,20	0,80	0,80	0,20
<i>İşleme Teknolojileri (C₇)</i>	0,30	0,30	0,40	0,30	0,30	0,20	0,60
<i>Yönetmel Eylemler (C₈)</i>	0,75	0,60	0,30	0,90	0,60	0,35	0,80
<i>Sürdürülebilirlik (C₉)</i>	1,00	1,00	0,90	1,00	0,90	1,00	0,60
<i>İnşaat ve Yıkım Atıklarının Taşınması (C₁₀)</i>	0,80	0,60	0,70	0,60	0,80	0,75	0,30
<i>Atıkların ve Malzemelerin Depolanması (C₁₁)</i>	0,60	0,70	0,40	0,50	1,00	0,90	0,40
<i>Nakliye Ücretleri (C₁₂)</i>	0,30	0,50	0,20	0,30	0,10	0,60	0,70

Çalışmada yer alan kriterlerin önem derecelerine ilişkin bilgiler Tablo 8’de sunulmaktadır.

Tablo 8. Kriterlerin Önem Derecelerine İlişkin Bilgiler

Kriterler (C_j)	P_j	S_j	K_j	q_j	w_j	Sıralama
<i>Sürdürülebilirlik (C₉)</i>	0,902	1,000	1,000	1,000	0,119	1
<i>Çevresel Etkiler (C₄)</i>	0,633	0,269	1,269	0,788	0,093	2
<i>İnşaat ve Yıkım Atıklarının Taşınması (C₁₀)</i>	0,623	0,011	1,011	0,780	0,092	3
<i>Atıkların ve Malzemelerin Depolanması (C₁₁)</i>	0,607	0,016	1,016	0,768	0,091	4
<i>Yatırım (C₁)</i>	0,575	0,032	1,032	0,744	0,089	5
<i>Yönetmel Eylemler (C₈)</i>	0,574	0,002	1,002	0,743	0,088	6
<i>Maliyetler (C₅)</i>	0,494	0,080	1,080	0,688	0,082	7
<i>Sağlık ve Güvenlik Koşulları (C₆)</i>	0,416	0,078	1,078	0,638	0,076	8
<i>İşleme Teknolojileri (C₇)</i>	0,326	0,090	1,090	0,586	0,070	9
<i>Nakliye Ücretleri (C₁₂)</i>	0,324	0,001	1,001	0,585	0,069	10
<i>Araştırma ve Geliştirme (C₂)</i>	0,273	0,052	1,052	0,556	0,066	11
<i>Enerji Tüketimi (C₃)</i>	0,273	0,001	1,001	0,556	0,065	12

Tablo 8’deki verilere göre, uzmanlar açısından *Sürdürülebilirlik (0.119)* kriteri en önemli kriter olarak görülürken, *Enerji Tüketimi (0,065)* kriteri ise en az önem değerine sahip kriter olarak tespit edilmiştir.

4.5. Geri Dönüşüm İşletmelerinin Değerlendirilmesi

İşletmelerin inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetleri EDAS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Karar matrisinin oluşturulması aşamasında uzman gruptan her bir işletmeyi, çalışmada yer alan tüm kriterler açısından tek tek değerlendirmeleri istenmiştir. EDAS yönteminden faydalanılarak yapılan analiz doğrultusunda elde edilen bilgiler Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9. EDAS Yöntemi ile Elde Edilen Analiz Sonuçları

Alternatifler	SP _i	SN _i	NSP _i	NSN _i	AS _i	Sıralama
Alternatif 1	0,065	0,036	0,825	0,554	0,689	2
Alternatif 2	0,035	0,042	0,446	0,487	0,466	3
Alternatif 3	0,027	0,062	0,343	0,236	0,289	4
Alternatif 4	0,023	0,081	0,295	0,000	0,147	5
Alternatif 5	0,079	0,010	1,000	0,877	0,938	1

EDAS yönteminden faydalanılarak elde edilen bilgiler doğrultusunda oluşturulan Tablo 9'a göre çalışmada yer alan işletmeler azalan düzene göre aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

$$\text{Alternatif 5} > \text{Alternatif 1} > \text{Alternatif 2} > \text{Alternatif 3} > \text{Alternatif 4}$$

Azalan düzen sıralaması çerçevesinde, çalışmada kullanılan kriterlere göre inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm performansının *Alternatif 5* işletmesinde en iyi, *Alternatif 4* işletmesinde ise en kötü performansa sahip olduğu değerlendirilmiştir.

5. TARTIŞMA

İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren firmaların performanslarının belirlenmesi ülkelerin döngüsel ekonomik model uygulamalarına geçişlerine fayda sağlamanın yanı sıra hem ulusal hem de bölgesel iktisadi gelişmişlik düzeylerinin yükselmesini sağlayacaktır. Bu durum, ülke ekonomilerinin lokomotif sektörlerinden biri olan inşaat sektöründe ülkelere sağlayacağı rekabet avantajı ile ülkelerin küresel seviyede sahip oldukları konumlarını daha güçlü hale getirmelerine imkan sunacaktır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performanslarının değerlendirilmesidir. Çalışmada yer alan firmaların performanslarının değerlendirilmesi için yapılan uygulama beş adımda gerçekleştirilmiştir. Birinci adımda çalışmada yer alacak kriterlerin belirlenmesi için literatürde yer alan inşaat ve yıkım atıkları çalışmaları detaylı bir şekilde incelenmiştir. İkinci adımda çalışmada görüşlerinden faydalanılacak uzman grup, inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili sahip oldukları sektörel deneyimler temel alınarak oluşturulmuştur. Üçüncü adımda geri dönüşüm işletmelerinde inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili işlemlerin yapılıp yapılmadığının saptanabilmesi için gerçekleştirilen faaliyet alan araştırması sonucunda çalışmada yer alacak alternatifler belirlenmiştir. Dördüncü adımda, ilk adımda belirlenen kriterlerin önem dereceleri SWARA yönteminden faydalanılarak tespit edilmiştir. Son adımda ise belirlenen kriterler ekseninde üçüncü adımda belirlenen firmaların performansları EDAS yöntemi ile belirlenmiştir.

İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetleri çok çeşitli nicel ve nitel değişkeni içerisinde barındıran, uzman görüşleri çerçevesinde değerlendirilmesi gereken bir çok kriterli karar verme problemidir. Bu amaç ekseninde çalışmada yer alan kriterlerin önceliklendirilmesi ile inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren firmaların performanslarının tespitinde nitel ve nicel kriterlerin bir arada değerlendirilmesine fırsat sağlayan bütünleşik ÇKKV tekniği (SWARA/EDAS) kullanılmıştır. Mevcut çalışmanın, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren firmaların performanslarının değerlendirilmesinde SWARA-EDAS yöntemlerini bütünleştirerek gerçekleştiren ilk çalışma olması, bu çalışmayı literatürde var olan diğer çalışmalardan farklılaştıran sebep olarak gösterilebilir. Ayrıca, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performanslarını değerlendirmeye yönelik bir çalışmanın daha önce gerçekleştirilmemiş olması, mevcut çalışmanın literatüre yaptığı katkı açısından önemini göstermektedir.

İnşaat ve yıkım atıkları ile ilgili yapılan literatür araştırmasında bulunan çalışmalarda faydalanılmış kriterler incelendiğinde çalışmalarda faydalanılan yöntemler farklılık gösterse dahi önem verilen kriterlerin benzer olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada önem derecesi açısından ilk üç sırada yer alan *Sürdürülebilirlik* (Yuan, 2012; Gangolells ve diğerleri, 2014; Sobotka ve Czaja, 2015; Liu ve diğerleri, 2020; Tafesse ve diğerleri, 2022), *Çevresel Etkiler* (Tam ve diğerleri, 2004; Yuan, 2012; Sobotka ve Czaja, 2015; Tafesse ve diğerleri, 2022) ve *İnşaat ve Yıkım Atıklarının Taşınması* (Tafesse ve diğerleri, 2022) kriterleri literatürde yer aldıkları çalışmalarda da üst sıralarda yer almıştır. Bu noktadan hareketle çalışmada yer alan kriterlerin önem derecelerinin literatürde yer alan çalışmalar ile paralellik gösterdiği söylenebilmektedir.

İnşaat ve yıkım atıkları literatüründe yer alan çalışmalar kullanılan yöntemlere göre Big Data, Bulanık Mantık, CBS, ÇKKV, İstatistiksel Analiz, Makine Öğrenmesi, Modelleme, Nitel Araştırma, Sezgisel Analiz ve Simülasyon olarak sınıflandırılabilir. Çalışmaların yayın yıllarına göre var olan sayıları incelendiğinde ise inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili araştırmaların sayısında yıllar itibariyle artış bulunduğu görülmektedir. Bu durum inşaat ve yıkım atıklarına yönelik çalışmaların önemli olduğunu, ayrıca inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili mevcut farkındalığın yıllar itibariyle yükseldiğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnşaat ve yıkım atıklarının her geçen gün artan miktarı ve bu atıkların büyük bir çoğunluğunun yeniden kazanımının sağlanamaması sürdürülebilir ekonomik ve çevresel gelişim için endişe kaynağı olmaya devam etmektedir. Bu sebeple inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performansları hem döngüsel ekonomi girişimlerine hem de ülkelerin sürdürülebilir ekonomik ve çevresel hedeflerinin gerçekleştirilmesine doğrudan etki etmektedir.

Bu çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performansı değerlendirilmiştir. Yapılan uygulamanın sonucuna göre, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerinde *Sürdürülebilirlik* (0,119) kriterinin en fazla önem derecesine sahip olduğu, *Çevresel Etkiler* (0,093) ile *İnşaat ve Yıkım Atıklarının Taşınması* (0,092) kriterlerinin de önem derecesi açısından Sürdürülebilirlik kriterini izlediği saptanmıştır. Belirlenen kriterler çerçevesinde inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performanslarının EDAS yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda, en iyi performansa sahip işletmenin *Alternatif 5*, en kötü performansa sahip olan işletmenin ise *Alternatif 4* olduğu görülmüştür.

Bu çalışma, inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin performansının belirlenmesi için bir ÇKKV yaklaşımıyla literatüre katkı sunmaktadır. Ayrıca önerilen yaklaşımda kullanılan yöntemlerin uygulanma açısından sunmuş olduğu kolaylıklar ile çok sayıdaki kriter ve alternatifleri bir arada değerlendirebilme yeteneği operasyonel açıdan çalışmanın sunmuş olduğu avantajlardan birisidir. Bu avantaj, özellikle kriterlere göre farklılık gösterebilecek geri dönüşüm performanslarının varlığı düşünüldüğünde önemli bir avantaj olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetleri için çok fazla atık tedarikçisi ile çalışmak ve çok farklı kriterleri dikkate almak gerekmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen bu çalışma akademik açıdan literatürdeki mevcut inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili çalışmalarla karşılaştırıldığında, inşaat ve yıkım atıklarının döngüsel ekonominin vazgeçilmez unsurlarından biri olmasının yanı sıra sürdürülebilir ekonomik ve çevresel hedeflerin temasını oluşturması yapılan vaka çalışmasının önemini arttırmakta olup farklı alanlarda uygulamaların yapılmasına zemin oluşturmaktadır.

Gerri Dönüşüm İşletmelerinin İnşaat ve Yıkım Atıkları Açısından Performanslarının Bütünleştirilmiş SWARA-EDAS Yöntemiyle Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği

Çalışmada inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm faaliyetlerini gerçekleştiren toplam on altı işletme ile iletişime geçilmiş olup yalnızca beş işletmeden geri dönüş sağlanabilmiştir. Bu nedenle çalışmadan elde edilen sonuçların geri dönüş sağlanan beş işletme ile sınırlanması çalışmadaki ilk kısıt olarak ifade edilebilmektedir. İkinci kısıt, SWARA ve EDAS yöntemlerinin yapısında bulunan öznellik sebebiyle farklı değerlendirme kriterlerinin uygulamaya dâhil edilmesi, çıkarılması ya da uzman grupta yer alan kişilerin değişmesi halinde çalışmada elde edilen sonuçların değişebilecek olmasıdır.

Bu çalışmada faydalanılan kriterler inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşüm sürecinde yer almış sektör temsilcilerinin ve inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili akademik çalışmalara sahip akademisyenlerin fikirleri çerçevesinde fikir birliği oluşturacak grup karar verme teknikleriyle (Nominal Grup Tekniği, Delphi Tekniği vb.) geliştirilerek inşaat ve yıkım atıkları ile ilgili literatüre katkı sunulabilir. Son olarak ÇKKV yöntemlerinin farklı teknikleri ile bulanık mantık yaklaşımı bütünleştirilerek gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları bu çalışmanın sonuçları ile kıyaslanabilir.

Geliş Tarihi	Kabul Tarihi	Yayın Tarihi	8 Ekim 2022 14 Şubat 2023 30 Haziran 2023
Yazar Katkısı			Ramazan Eyüp Gergin (%100)
Hakem Değerlendirmesi			Dış bağımsız
Etik Onay			Bu makale, insan veya hayvanlar ile ilgili etik onay gerektiren herhangi bir araştırma içermemektedir. Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.
Çıkar Çatışması			Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.
Finansal Destek			Yazar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanır. https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.tr
Telif Hakkı & Lisans			
Submission Acceptance Publication			8 October 2022 14 February 2023 30 June 2023
Author Contribution			Ramazan Eyüp Gergin (100%)
Peer-review			Externally peer-reviewed.
Ethical Approval			This article does not contain any studies with human participants or animals performed by the authors.
Conflicts of Interest			The author declares that there is no conflict of interest.
Grant Support			The author received no financial support for the research, authorship and/or publication of this article.
Copyright & License			Author publishing with the journal retain(s) the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

KAYNAKÇA | REFERENCES

- Abdelhamid, M.S. (2014). Assessment of different construction and demolition waste management approaches. *HBRC Journal*, 10(3), 317-326. doi:[10.1016/j.hbrcj.2014.01.003](https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2014.01.003)
- Aggarwal, A., Choudhary, C. ve Mehrotra, D. (2018). Evaluation of smartphones in Indian market using EDAS. *Procedia Computer Science*, 132, 236-243. doi:[10.1016/j.procs.2018.05.193](https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.193)
- Ajayi, S.O. ve Oyedele, L.O. (2018). Critical design factors for minimising waste in construction projects: a structural equation modelling approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 137, 302-313. doi: [10.1016/j.resconrec.2018.06.005](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.005)
- Ajayi, S.O., Oyedele, L.O., Akinade, O.O., Bilal, M., Owolabi, H.A., Alaka, H.A. ve Kadiri, K.O. (2016). Reducing waste to landfill: a need for cultural change in the UK construction industry. *Journal of Building Engineering*, 5, 185-193. doi: [10.1016/j.jobe.2015.12.007](https://doi.org/10.1016/j.jobe.2015.12.007)
- Ajayi, S.O., Oyedele, L.O., Bilal, M., Akinade, O.O., Alaka, H.A., Owolabi, H.A. ve Kadiri, K.O. (2015). Waste effectiveness of the construction industry: understanding the impediments and requisites for improvements. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 101-112. doi: [10.1016/j.resconrec.2015.06.001](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.001)
- Akhanova, G., Nadeem, A., Kim, J.R. ve Azhar, S. (2020). A multi-criteria decision-making framework for building sustainability assessment in Kazakhstan. *Sustainable Cities and Society*, 52, 1-11. doi: [10.1016/j.scs.2019.101842](https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101842)
- Akram, M., Naz, S., Feng, F. ve Shafiq, A. (2022). Assessment of hydropower plants in Pakistan: Muirhead mean-based 2-tuple linguistic *t*-spherical fuzzy model combining SWARA with COPRAS. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1-30. doi:[10.1007/s13369-022-07081-0](https://doi.org/10.1007/s13369-022-07081-0)
- Almutairi, K., Dehshiri, S.S.H., Dehshiri, S.J.H., Mostafaeipour, A., Issakhov, A. ve Techato, K. (2021a). A thorough investigation for development of hydrogen projects from wind energy: a case study. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(36), 18795-18815. doi:[10.1016/j.ijhydene.2021.03.061](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.03.061)
- Almutairi, K., Dehshiri, S.S.H., Dehshiri, S.J.H., Mostafaeipour, A., Jahangiri, M. ve Techato, K. (2021b). Technical, economic, carbon footprint assessment, and prioritizing stations for hydrogen production using wind energy: a case study. *Energy Strategy Reviews*, 36, 1-17. doi: [10.1016/j.esr.2021.100684](https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100684)
- Altuncu, D. ve Kasapşekkin, M.A. (2011). Management and recycling of constructional solid waste in Turkey. *Procedia Engineering*, 21, 1072-1077. doi:[10.1016/j.proeng.2011.11.2113](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2113)
- Ansari, M. ve Ehrampoush, M.H. (2018). Quantitative and qualitative analysis of construction and demolition waste in Yazd city, Iran. *Data in Brief*, 21, 2622-2626. doi:[10.1016/j.dib.2018.10.141](https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.10.141)
- Arshad, H., Qasim, M., Thaheem, M.J. ve Gabriel, H.F. (2017). Quantification of material wastage in construction industry of Pakistan: an analytical relationship between building types and waste generation. *Journal of Construction in Developing Countries*, 22(2), 19-34. doi: [10.21315/jcdc2017.22.2.2](https://doi.org/10.21315/jcdc2017.22.2.2)

-
- Bania, A., Zindani, D. ve Maity, S.R. (2021). Optimization of ultrasonic machining (USM) parameters on micro hole drilling of graphene oxide/pineapple leaf filler reinforced epoxy hybrid composite using evaluation based on distance from average solution (EDAS) method. *Materials Today: Proceedings*, 46(18), 9089-9091. doi:[10.1016/j.matpr.2021.05.393](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.393)
- Bao, Z. ve Lu, W. (2021). A decision-support framework for planning construction waste recycling: a case study of Shenzhen, China. *Journal of Cleaner Production*, 309, 1-12. doi:[10.1016/j.jclepro.2021.127449](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127449)
- Bao, Z., Lee, W.M.W. ve Lu, W. (2020). Implementing on-site construction waste recycling in Hong Kong: barriers and facilitators. *Science of the Total Environment*, 747,1-11. doi:[10.1016/j.scitotenv.2020.141091](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141091)
- Begum, R.A., Siwar, C., Joy Jacqueline Pereira, J.J. ve Jaafar, A. H. (2007). Implementation of waste management and minimisation in the construction industry of Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(1), 190-202. doi:[10.1016/j.resconrec.2006.09.004](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.09.004)
- Bi, W., Lu, W., Zhao, Z., Webster, C.J. (2022). Combinatorial optimization of construction waste collection and transportation: a case study of Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*, 179, 1-14. doi: [10.1016/j.resconrec.2021.106043](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106043)
- Bilal, M., Oyedele, L.O., Akinade, O.O., Ajayi, S.O., Alaka, H.A., Owolabi, H.A., Qadir, J., Pasha, M. ve Bello, S.A. (2016). Big data architecture for construction waste analytics (CWA): a conceptual framework. *Journal of Building Engineering*, 6, 144-156. doi:[10.1016/j.jobbe.2016.03.002](https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2016.03.002)
- Blaisi, N.I. (2019). Construction and demolition waste management in Saudi Arabia: current practice and roadmap for sustainable management. *Journal of Cleaner Production*, 221, 167-175. doi:[10.1016/j.jclepro.2019.02.264](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.264)
- Chauhan, A., Singh, S., Dhar, A. ve Powar, S. (2021). Optimization of pineapple drying based on energy consumption, nutrient retention, and drying time through multi-criteria decision making. *Journal of Cleaner Production*, 292, 1-17. doi: [10.1016/j.jclepro.2021.125913](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125913)
- Chen, Z., Li, H. ve Wong, T.C.C. (2002). An application of bar-code system for reducing construction wastes. *Automation in Construction*, 11(5), 521-533. doi:[10.1016/S0926-5805\(01\)00063-2](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(01)00063-2)
- Chethana, I.M., Illankoon, S. ve Lu, W. (2020). Cost implications of obtaining construction waste management-related credits in green building. *Waste Management*, 102, 722-731. doi: [10.1016/j.wasman.2019.11.024](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.11.024)
- Chi, B., Lu, W., Ye, M., Bao, Z. ve Zhang, X. (2020). Construction waste minimization in green building: a comparative analysis of LEED-NC 2009 certified projects in the US and China. *Journal of Cleaner Production*, 256, 1-10. doi: [10.1016/j.jclepro.2020.120749](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120749)
- Chini, M., Arefi, S.L., Zolfani, S.H. ve Ustinovicus, L. (2018). Choosing a proper method for strengthening WPC beams with grooving method using SWARA-EDAS. *Archives of Civil Engineering*, 64(4), 161-174. doi: [10.2478/ace-2018-0050](https://doi.org/10.2478/ace-2018-0050)
- Çakalı, K.R. (2022). Performance evaluation of deposit banks with financial ratios: combined use of objective and subjective criteria weighting methods (Combined entropy-SWARA based EDAS method). *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2351-2377. doi:[10.29023/alanyaakademik.1056754](https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1056754)
-

-
- Çakır, E. (2018a). Bütünleşik SWARA ve EDAS yöntemi kullanarak fitness merkezlerinin değerlendirilmesi: örnek bir uygulama. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 1907-1923. doi: [10.17218/hititsosbil.408916](https://doi.org/10.17218/hititsosbil.408916)
- Çakır, E. (2018b). Elektronik belge yönetim sistemi (EBYS) yazılımı seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri: bir belediye örneği. *Business Economics and Management Research Journal*, 1(15), 15-30. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bemarej/issue/38762/434887>
- Dahlbo, H., Bacher, J., Lahtinen, K., Jouttijarvi, T., Suoheimo, P., Mattila, T., Sironen, S., Myllymaa, T. ve Saramaki, K. (2015). Construction and demolition waste management - a holistic evaluation of environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 107, 333-341. doi: [10.1016/j.jclepro.2015.02.073](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.073)
- Davis, P., Aziz, F., Newaz, M.T., Sher, W. ve Simon, L. (2021). The classification of construction waste material using a deep convolutional neural network. *Automation in Construction*, 122, 1-17. doi: [10.1016/j.autcon.2020.103481](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103481)
- Dehshiri, S.S.H (2022). A new application of multi criteria decision making in energy technology in traditional buildings: a case study of Isfahan. *Energy*, 240, 1-16. doi:[10.1016/j.energy.2021.122814](https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122814)
- Dehshiri, S.S.H ve Firoozabadi, B. (2022). A new application of measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS) in solar site location for electricity and hydrogen production: a case study in the southern climate of Iran. *Energy*, 261(Part B), 1-13. doi: [10.1016/j.energy.2022.125376](https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125376)
- Ding, Z., Yi, G., Tam, V.W.Y. ve Huang, T. (2016). A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. *Waste Management*, 51, 130-141. doi: [10.1016/j.wasman.2016.03.001](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.001)
- Esin, T. ve Cosgun, N. (2007). A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. *Building and Environment*, 42(4), 1667-1674. doi:[10.1016/j.buildenv.2006.02.008](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.02.008)
- Gangoells, M., Casals, M., Forcada, N. ve Macarulla, M. (2014). Analysis of the implementation of effective waste management practices in construction projects and sites. *Resources, Conservation and Recycling*, 93, 99-111. doi: [10.1016/j.resconrec.2014.10.006](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.10.006)
- Ghorabae, M.S., Zavadskas, E.K., Olfat, L. ve Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451. doi: [10.15388/Informatica.2015.57](https://doi.org/10.15388/Informatica.2015.57)
- Grigoreva, L.S. ve Oleinik, P.P. (2016). Modelling of processing construction waste management system. *Procedia Engineering*, 153, 208-216. doi: [10.1016/j.proeng.2016.08.104](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.104)
- Guzman, J.S., Marrero, M., Delgado, M.V.M. ve De Arellano, A.R. (2009). A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*, 29(9), 2542-2548. doi: [10.1016/j.wasman.2009.05.009](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.05.009)
- Hao, J., Yuan, H., Liu, J., Chin, C.S. ve Lu, W. (2019). A model for assessing the economic performance of construction waste reduction. *Journal of Cleaner Production*, 232, 427-440. doi: [10.1016/j.jclepro.2019.05.348](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.348)
-

-
- Hassan, S.H., Ahzahar, N., Fauzi, M.A. ve Eman, J. (2012). Waste management issues in the northern region of Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 42, 175-181. doi:[10.1016/j.sbspro.2012.04.179](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.179)
- He, L. ve Yuan, H. (2020). Investigation of construction waste recycling decisions by considering consumers' quality perceptions. *Journal of Cleaner Production*, 259, 1-11. doi:[10.1016/j.jclepro.2020.120928](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120928)
- Hu, R., Chen, K., Fang, W., Zheng, L. ve Xu, J. (2022). The technology-environment relationship revisited: evidence from the impact of prefabrication on reducing construction waste. *Journal of Cleaner Production*, 341, 1-11. doi: [10.1016/j.jclepro.2022.130883](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130883)
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R. ve Ren, J. (2018). Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 36-44. doi: [10.1016/j.resconrec.2017.09.029](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029)
- Ibrahim, M. ve Ibrahim, M. (2016). Estimating the sustainability returns of recycling construction wastefrom building projects. *Sustainable Cities and Society*, 23, 78-93. doi:[10.1016/j.scs.2016.03.005](https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.03.005)
- Janani, R., Ilango, T., Meenakshi, E. ve Kumar, M.J.R. (2022). Minimization of construction waste in Chennai construction industry. *Materials Today: Proceedings*, 52(3), 1884-1890. doi: [10.1016/j.matpr.2021.11.515](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.515)
- Juodagalviene, B., Turskis, Z., Saparauskas, J. ve Endriukaiyte, A. (2017). Integrated multi-criteria evaluation of house's plan shape based on the EDAS and SWARA methods. *Engineering structures and technologies*, 9(3), 117-125. doi:[10.3846/2029882X.2017.1347528](https://doi.org/10.3846/2029882X.2017.1347528)
- Kang, K., Besklubova, S., Dai, Y. ve Zhong, R.Y. (2022). Building demolition waste management through smart BIM: a case study in Hong Kong. *Waste Management*, 143, 69-83. doi:[10.1016/j.wasman.2022.02.027](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.027)
- Kartam, N., Mutairi, N.A., Ghusain, I.A. ve Humoud, J.A. (2004). Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. *Waste Management*, 24(10), 1049-1059. doi: [10.1016/j.wasman.2004.06.003](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.06.003)
- Katz, A. ve Baum, H. (2011). A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. *Waste Management*, 31(2), 353-358. doi:[10.1016/j.wasman.2010.01.008](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.01.008)
- Kısa, A.C.G. ve Ayçin, E. (2019). OECD ülkelerinin lojistik performanslarının SWARA tabanlı EDAS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 301-325. doi: [10.18074/ckuiibfd.500320](https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.500320)
- Kofoworola, O. F. ve Gheewala, S. H. (2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste Management*, 29(2), 731-738. doi:[10.1016/j.wasman.2008.07.004](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.004)
- Kong, L. ve Ma, B. (2020). Evaluation of environmental impact of construction waste disposal based on fuzzy set analysis. *Environmental Technology and Innovation*, 19, 1-13. doi:[10.1016/j.eti.2020.100877](https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100877)
- Lachimpadi, S. K., Pereira, J.J., Tahab, M. R. ve Mokhtara, M. (2012). Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS)
-

-
- methods in high-rise buildings: a Malaysia case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 68, 96-103. doi: [10.1016/j.resconrec.2012.08.011](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.08.011)
- Lai, Y.Y., Yeh, L.H., Chen, P.F., Sung, P.H. ve Lee, Y.M. (2016). Management and recycling of construction waste in Taiwan. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 723-730. doi:[10.1016/j.proenv.2016.07.077](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.077)
- Lam, P.T.I., Yu, A.T.W., Wu, Z. ve Poon, C.S. (2019). Methodology for upstream estimation of construction waste for new building projects. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1003-1012. doi: [10.1016/j.jclepro.2019.04.183](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.183)
- Li, G., Liu, J. ve Giordano, A. (2022a). Robust optimization of construction waste disposal facility location considering uncertain factors. *Journal of Cleaner Production*, 353, 1-15. doi: [10.1016/j.jclepro.2022.131455](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131455)
- Li, H., Chen, Z., Yong, L. ve Kong S.C.W. (2005). Application of integrated GPS and GIS technology for reducing construction waste and improving construction efficiency. *Automation in Construction*, 14(3), 323-331. doi: [10.1016/j.autcon.2004.08.007](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.08.007)
- Li, J., Ding, Z., Mi, X. ve Wang, J. (2013). A model for estimating construction waste generation index for building project in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 74, 20-26. doi: [10.1016/j.resconrec.2013.02.015](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.02.015)
- Li, J., Wu, Q., Wang, C.C., Du, H. ve Sun, J. (2022b). Triggering factors of construction waste reduction behavior: Evidence from contractors in Wuhan, China. *Journal of Cleaner Production*, 337, 1-13. doi: [10.1016/j.jclepro.2022.130396](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130396)
- Li, M. ve Yang, J. (2014). Critical factors for waste management in office building retrofit projects in Australia. *Resources, Conservation and Recycling*, 93, 85-98. doi:[10.1016/j.resconrec.2014.10.007](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.10.007)
- Li, Y., Zhang, X., Ding, G. ve Feng, Z. (2016). Developing a quantitative construction waste estimation model for building construction projects. *Resources, Conservation and Recycling*, 106, 9-20. doi: [10.1016/j.resconrec.2015.11.001](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.001)
- Li, Y., Zheng, Y. ve Zhou, J. (2011). Source management policy of construction waste in Beijing. *Procedia Environmental Sciences*, 11(B), 880-885. doi: [10.1016/j.proenv.2011.12.135](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.12.135)
- Liu, J., Chen, Y. ve Wang, X. (2022). Factors driving waste sorting in construction projects in China. *Journal of Cleaner Production*, 336, 1-15. doi: [10.1016/j.jclepro.2022.130397](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130397)
- Liu, J., Yi, Y. ve Wang, X. (2020). Exploring factors influencing construction waste reduction: A structural equation modeling approach. *Journal of Cleaner Production*, 276, 1-16. doi:[10.1016/j.jclepro.2020.123185](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123185)
- Lu, W. (2019). Big data analytics to identify illegal construction waste dumping: a Hong Kong study. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 264-272. doi:[10.1016/j.resconrec.2018.10.039](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.039)
- Lu, W., Bao, Z., Lee, W.M.W., Chi, B. ve Wang, J. (2021b). An analytical framework of “zero waste construction site”: two case studies of Shenzhen, China. *Waste Management*, 121, 343-353. doi: [10.1016/j.wasman.2020.12.029](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.029)
-

-
- Lu, W., Chen, C., Peng, Y. ve Liu, X. (2018). The effects of green building on construction waste minimization: Triangulating 'big data' with 'thick data'. *Waste Management*, 79, 142-152. doi: [10.1016/j.wasman.2018.07.030](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.030)
- Lu, W., Chen, X., Ho, D.C.W. ve Wang, H. (2016). Analysis of the construction waste management performance in Hong Kong: the public and private sectors compared using big data. *Journal of Cleaner Production*, 112(1), 521-531. doi: [10.1016/j.jclepro.2015.06.106](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.106)
- Lu, W., Chi, B., Bao, Z. ve Zetkolic, A. (2019). Evaluating the effects of green building on construction waste management: a comparative study of three green building rating systems. *Building and Environment*, 155, 247-256. doi: [10.1016/j.buildenv.2019.03.050](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.050)
- Lu, W., Lou, J., Webster, C., Xue, F., Bao, Z. ve Chi, B. (2021a). Estimating construction waste generation in the Greater Bay Area, China using machine learning. *Waste Management*, 134, 78-88. doi: [10.1016/j.wasman.2021.08.012](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.08.012)
- Ma, L. ve Zhang, L. (2020). Evolutionary game analysis of construction waste recycling management in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 1-10. doi: [10.1016/j.resconrec.2020.104863](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104863)
- Ma, M., Tam, V., Le, K.N. ve Li, W. (2020). Challenges in current construction and demolition waste recycling: a China study. *Waste Management*, 118, 610-625. doi: [10.1016/j.wasman.2020.09.030](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.09.030)
- Magalhaes, R.F., Danilevicz, A.M.F. ve Saurin, T.A. (2017). Reducing construction waste: a study of urban infrastructure projects. *Waste Management*, 67, 265-277. doi: [10.1016/j.wasman.2017.05.025](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.025)
- Marzouk, M. ve Azab, S. (2014). Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics. *Resources, Conservation and Recycling*, 82, 41-49. doi: [10.1016/j.resconrec.2013.10.015](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.015)
- Maues, L.M.F., Nascimento, B.M.O., Lu, W. ve Xue, F. (2020). Estimating construction waste generation in residential buildings: a fuzzy set theory approach in the Brazilian Amazon. *Journal of Cleaner Production*, 265, 1-10. doi: [10.1016/j.jclepro.2020.121779](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121779)
- Menegaki, M. ve Damigos, D. (2018). A review on current situation and challenges of construction and demolition waste management. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 8-15. doi: [10.1016/j.cogsc.2018.02.010](https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.02.010)
- Mostafaeipour, A., Dehshiri, S.J.H., Dehshiri, S.S.H. ve Jahangiri, M. (2020). Prioritization of potential locations for harnessing wind energy to produce hydrogen in Afghanistan. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(58), 33169-33184. doi: [10.1016/j.ijhydene.2020.09.135](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.09.135)
- Nagapan, S., Rahman, I.A., Asmi, A. ve Adnan, N.F. (2013). Study of site's construction waste in Batu Pahat, Johor. *Procedia Engineering*, 53, 99-103. doi: [10.1016/j.proeng.2013.02.015](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.015)
- Ofori, G. (2015). Nature of the construction industry, its needs and its development: a review of four decades of research. *Journal of Construction in Developing Countries*, 20(2), 115-135. Erişim adresi: [http://web.usm.my/jcdc/vol20_2_2015/JCDC%2020\(2\)%202015-Art.%207\(115-135\).pdf](http://web.usm.my/jcdc/vol20_2_2015/JCDC%2020(2)%202015-Art.%207(115-135).pdf)
-

-
- Ogunmakinde, O.E., Egbelakin, T. ve Sher, W. (2022). Contributions of the circular economy to the UN sustainable development goals through sustainable construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 1-13. doi: [10.1016/j.resconrec.2021.106023](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106023)
- Oliviera, M.L.S., Izquierdo, M., Querol, X., Lieberman, R.N., Saikia, B.K. ve Silva, L.F.O. (2019). Nanoparticles from construction wastes: a problem to health and the environment. *Journal of Cleaner Production*, 219, 236-243. doi: [10.1016/j.jclepro.2019.02.096](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.096)
- Oluleye, B.I., Chan, D.W.M., Saka, A.B. ve Olawumi, T.O. (2022). Circular economy research on building construction and demolition waste: a review of current trends and future research directions. *Journal of Cleaner Production*, 357, 1-18. doi:[10.1016/j.jclepro.2022.131927](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131927)
- Ortiz, O., Pasqualino, J.C. ve Castells, F. (2010). Environmental performance of construction waste: comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain. *Waste Management*, 30(4), 646-654. doi: [10.1016/j.wasman.2009.11.013](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.11.013)
- Osmani, M. (2012). Construction waste minimization in the UK: current pressures for change and approaches. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 37-40. doi:[10.1016/j.sbspro.2012.03.158](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.158)
- Pajic, V., Andrejic, M. ve Kilibarda, M. (2022). Sustainable transportation mode selection from the freight forwarder's perspective in trading with western EU countries. *Sustainable Futures*, 4, 1-7. doi: [10.1016/j.sftr.2022.100090](https://doi.org/10.1016/j.sftr.2022.100090)
- Pamucar, D., Yazdani, M., Simo, M.J.M., Padilla, R.A.A. ve Mohammed, A. (2021). Multi-criteria decision analysis towards robust service quality measurement. *Expert Systems with Applications*, 170, 1-17. doi: [10.1016/j.eswa.2020.114508](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114508)
- Parkes, O., Lettieri, P. ve Bogle, I.D.L. (2016). Defining a quantitative framework for evaluation and optimisation of the environmental impacts of mega-event projects. *Journal of Environmental Management*, 167, 236-245. doi: [10.1016/j.jenvman.2015.11.009](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.009)
- Rahman, I.A., Nagapan, S. ve Asmi, A. (2014). Initial PLS model of construction waste factors. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 129, 469-474. doi:[10.1016/j.sbspro.2014.03.702](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.702)
- Rifai, J.A. ve Amoudi, O. (2016). Understanding the key factors of construction waste in Jordan. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 10(2), 244-253. Erişim adresi: <https://jce.just.edu.jo/issues/paper.php?p=3540.pdf>
- Sapuay, S.E. (2016). Construction waste-potentials and constraints. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 714-722. doi: [10.1016/j.proenv.2016.07.074](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.074)
- Saygın, Z.Ö. ve Kundakcı, N. (2020). Sağlık göstergeleri açısından OECD ülkelerinin EDAS ve ARAS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Alanya Akademik Bakış*, 4(3), 911-938. doi:[10.29023/alanyaakademik.664883](https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.664883)
- Schitea, D., Deveci, M., Iordache, M., Bilgili, K., Akyurt, I.Z. ve Iordache, I. (2019). Hydrogen mobility roll-up site selection using intuitionistic fuzzy sets based WASPAS, COPRAS and EDAS. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(16), 8585-8600. doi:[10.1016/j.ijhydene.2019.02.011](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.011)
-

-
- Sepasgozar, S.M.E., Mair, D.F., Tahmasebinia, F., Shirowzhan, S., Li, H., Richter, A., Yang, L. ve Xu, S. (2021). Waste management and possible directions of utilising digital technologies in the construction context. *Journal of Cleaner Production*, 324, 1-27. doi:[10.1016/j.jclepro.2021.129095](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129095)
- Sobotka, A. ve Czaja, J. (2015). Analysis of the factors stimulating and conditioning application of reverse logistics in construction. *Procedia Engineering*, 122, 11-18. doi:[10.1016/j.proeng.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.002)
- Su, Y. (2020). Multi-agent evolutionary game in the recycling utilization of construction waste. *Science of The Total Environment*, 738, 1-10. doi: [10.1016/j.scitotenv.2020.139826](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139826)
- Swetha K.S., Tezeswi T.P. ve Kumar M.V.N.S. (2022). Implementing construction waste management in India: an extended theory of planned behaviour approach. *Environmental Technology and Innovation*, 27, 1-16. doi: [10.1016/j.eti.2022.102401](https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102401)
- Tafesse, S., Girma, Y.E. ve Dessalegn, E. (2022). Analysis of the socio-economic and environmental impacts of construction waste and management practices. *Heliyon*, 8(3), 1-10. doi: [10.1016/j.heliyon.2022.e09169](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09169)
- Tam, C.M., Tam, V.W.Y. ve Tsui, W.S. (2004). Green construction assessment for environmental management in the construction industry of Hong Kong. *International Journal of Project Management*, 22(7), 563-571. doi: [10.1016/j.ijproman.2004.03.001](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.03.001)
- Udawatta, N., Zuo, J., Chiveralls, K. ve Zillante, G. (2015). Improving waste management in construction projects: an Australian study. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 73-83. doi: [10.1016/j.resconrec.2015.05.003](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.003)
- Ulutaş, A. (2019). Entropi tabanlı EDAS yöntemi ile lojistik firmalarının performans analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 23, 53-66. doi:[10.18092/ulikidince.458754](https://doi.org/10.18092/ulikidince.458754)
- Wahi, N., Joseph, C., Tawie, R. ve Ikzau, R. (2016). Critical review on construction waste control practices: legislative and waste management perspective. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, 276-283. doi: [10.1016/j.sbspro.2016.05.460](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.460)
- Wang, J., Li, Z. ve Tam, V.W.Y. (2014). Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: a Shenzhen case study, China. *Resources, Conservation and Recycling*, 82, 1-7. doi: [10.1016/j.resconrec.2013.11.003](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.11.003)
- Wang, J., Yu, B., Tam, V.W.Y., Li, J. ve Xu, X. (2019). Critical factors affecting willingness of design units towards construction waste minimization: an empirical study in Shenzhen, China. *Journal of Cleaner Production*, 221, 526-535. doi: [10.1016/j.jclepro.2019.02.253](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.253)
- Wang, J., Yuan, H., Kang, X. ve Lu, W. (2010). Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a China study. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 931-936. doi: [10.1016/j.resconrec.2010.01.012](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.01.012)
- Wu, W., Xie, L. ve Hao, J.L. (2022). An integrated trading platform for construction and demolition waste recovery in a circular economy. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 25, 1-12. doi: [10.1016/j.scp.2022.100597](https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100597)
- Wu, Z., Yu, A.T.W., Shen, L. ve Liu, G. (2014). Quantifying construction and demolition waste: an analytical review. *Waste Management*, 34(9), 1683-1692. doi:[10.1016/j.wasman.2014.05.010](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.010)
-

-
- Xu, J., Lu, W., Ye, M., Xue, F., Zhang, X. ve Lee, B.F.P. (2020). Is the private sector more efficient? Big data analytics of construction waste management sectoral efficiency. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 1-11. doi: [10.1016/j.resconrec.2019.104674](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104674)
- Yang, Z., Xue, F. ve Lu, W. (2021). Handling missing data for construction waste management: machine learning based on aggregated waste generation behaviors. *Resources, Conservation and Recycling*, 175, 1-15. doi: [10.1016/j.resconrec.2021.105809](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105809)
- Ye, G., Yuan, H., Shend, L. ve Wange, H. (2012). Simulating effects of management measures on the improvement of the environmental performance of construction waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 62, 56-63. doi: [10.1016/j.resconrec.2012.01.010](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.01.010)
- Ying, L., Yin, Z., Guo, T. ve Zhou, J. (2011). Analysis and research of management policy of construction waste in Beijing. *Procedia Environmental Sciences*, 11(B), 906-911. doi: [10.1016/j.proenv.2011.12.139](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.12.139)
- Yuan, H. (2012). A model for evaluating the social performance of construction waste management. *Waste Management*, 32(6), 1218-1228. doi: [10.1016/j.wasman.2012.01.028](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.01.028)
- Yuan, H. (2013). A SWOT analysis of successful construction waste management. *Journal of Cleaner Production*, 39, 1-8. doi: [10.1016/j.jclepro.2012.08.016](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.016)
- Yücenur, G.N., Azakli, A.S., Bahadır, K., Tel, M.E. ve Arabacı, S.N. (2022). Prioritisation of industry 4.0 implementations in agricultural sector with SWARA/EDAS. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 8(3), 326-344. doi: [10.1504/IJSAMI.2022.125761](https://doi.org/10.1504/IJSAMI.2022.125761)
- Zaharieva, R.H., Dimitrova, E. ve Bodin, F.B. (2003). Building waste management in Bulgaria: Challenges and opportunities. *Waste Management*, 23(8), 749-761. doi: [10.1016/S0956-053X\(03\)00037-0](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(03)00037-0)
- Zhang, X. ve Ahmed, R.R. (2022). A queuing system for inert construction waste management on a reverse logistics network. *Automation in Construction*, 137, 1-14. doi: [10.1016/j.autcon.2022.104221](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104221)

EXTENDED SUMMARY

Introduction

Construction and demolition wastes are the wastes generated in course of new construction, repair, and destruction of structures and buildings. Due to rapid growth of the constructions sector around the world, in large quantities of construction and demolition wastes are generated. In order to achieve a sustainable environment, it is necessary to process the recycling of construction and demolition wastes in a maximum way. Also, the economic growth of any state is substantially attached to construction projects. The main reason of this situation, the construction sector' procures many job amenities, economic contributions, and subserviences as a baseline for other businesses. Across the world, construction waste produced by construction activities amount to 35% of the whole solid waste produced. In addition, the construction cost based by material is approximately 9% end up as waste. In the direction of this information, in the present research, recycling businesses, which carry out activities in Turkey, have been evaluated with an application from the point of construction and demolition waste performance. For this aim, in the application phase of this research, SWARA and EDAS methods are utilized, respectively.

Purpose

Construction and demolition wastes do not only influence the construction sector alone but affects the entire economy of the related countries. Also, In order to achieve sustainable economic goals, the traditional economies must be converted to circular economies. In the light of this information, the aim of the research is to evaluate the performances of the enterprises which carry out recycling activities of the construction and demolition waste.

Research Questions

In this research, answer to following questions were sought, respectively:

- Which criteria do businesses/institutions in the recycling sector consider to performance measure?
- What are the importance weights of these criteria?
- Which performance of recycling businesses/institutions are the most suitable according to the criteria?

Results and Conclusions

Due to the advantages of the urbanization, reconstruction, and extensive substructure, increasing construction projects led to a substantial increase of construction and demolition waste produced in last years. For this reason, recycling of the construction and demolition waste directly affects the interests of the countries and their competitive powers. This study contributes to the relevant literature on the proposal of an MCDM model in order to evaluate performances for recycling businesses which is the operating the recycling of construction and demolition waste. In consequence of implementation, it has been specified that the most weighty criterion in recycling performance of construction and demolition waste is Sustainability. Environmental effects and Transportation of Construction and Demolition Waste are the other weighty criteria, respectively. As a result of ordering the alternatives utilized the EDAS method, it was specified that the best business according to the recycling performance of construction and demolition waste is Alternative 5. In future recycling of construction and demolition waste research, using group decision making techniques which is building consensus such as nominal group technique, Delphi method etc., can be contribution to the relevant literature. In addition, different mcdm techniques which is integrated with fuzzy logic approach can be applied. Findings acquired in these ways can be match against with present study consequences.