

İnşaat Yıkıntı Atıklarının Değerlendirilmesinde Adana İli Örneği

Uğur Emre Temelli

¹ *İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı, İstanbul, Türkiye*

(etemelli@iuc.edu.tr)

Özet – Kentlerde hızlı nüfus artışının olmadığı dönemlerde, oluşan atık miktarının azlığı ve bu atıkları depolamak için gerekli olan alanların fazlalığı nedeniyle bu atıklar önemli bir problem olarak görülmüyordu. Katı atıkların yönetiminde yaşanan zorluklar birçok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir. Günümüzde atıkların oluşum miktarları, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine, nüfus, inşaat aktiviteleri, inşaatlarda kullanılan materyallere ve gelenekler gibi faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte bu atıklar içerisinde inşaat ve yıkıntı atıkları (Construction and Demolition Waste-CDW) büyük bir paya sahip olan atıklardır. Bu atıkların yönetiminde oluşturabilecekleri çevresel risklerle birlikte depolama alanı yetersizliği, arazi ve taşıma maliyetlerinin yüksek olması gibi çeşitli zorluklar bulunmaktadır. Özellikle deprem gibi afetler sonucunda yıkılan/yıkılacak yapılardan kaynaklanan inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetiminde, çeşitli senaryolara göre oluşturulmuş planların hazırlanması, bu atıkların neden olduğu çevresel risklerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Bu atıklar içerisinde tuğla, kum, ahşap, cam, plastik ve metal gibi geri kazanılabilir/yeniden kullanılabilir malzemelerin olması bu atıkların ekonomik değerinin olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen deprem nedeniyle Adana ilinde oluşan inşaat yıkıntı atıklarının yaklaşık kütsel ve hacimsel miktarları hesaplanmış, bu atıklar içerisinde oluşabilecek hurda demir atık (SIW) ve mineral fraksiyon atıklarının (MFW) miktarları belirlenmiştir. SIW ve MFW geri kazanım/çimento fabrikalarında hammadde kullanımı için oluşabilecek taşıma ve kazanım maliyetleri hesaplanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre bu atıkların hammadde olarak kullanılmasıyla mineral fraksiyonlarda yaklaşık %40,77; hurda demirde ise %98,77 oranında ekonomik kazanç sağlanabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Afet Yönetimi, Çimento, Deprem, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları, Risk Yönetimi.

I. GİRİŞ

Atık yönetimi, kentlerde hızlı nüfus artışının olmadığı dönemlerde, oluşan atık miktarının azlığı ve bu atıkları depolamak için gerekli olan alanların fazlalığı nedeniyle önemli bir problem olarak görülmüyordu. Ancak, özellikle sanayi devriminden sonra gerçekleşen hızlı endüstrileşme ve kentleşme nedeniyle, kentlerde hem atık miktarlarında artış hem de oluşan atıkların içeriğinde ve çeşitliliğinde artışlar meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak, bu büyük miktarlardaki atıkların depolanarak bertaraf edilmesi için kullanılan imkan ve alanlarda oluşan yetersizlikler, katı atıkların kontrolü ve yönetimini, modern toplumların en büyük sorunlarından biri haline getirmiştir [1],[2],[3]. Katı atıkların

yönetiminde yaşanan zorluklar birçok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir. Günümüzde atıkların oluşum miktarları, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine, nüfus, inşaat aktiviteleri, inşaatlarda kullanılan materyallere ve gelenekler gibi faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte bu atıklar içerisinde inşaat ve yıkıntı atıkları (Construction and Demolition Waste-CDW) büyük bir paya sahip olan atıklardır [2],[4]. İnşaat ve yıkıntı atıkları içerisinde inert, tehlikesiz ve tehlikeli atıklar gibi farklı özellikler taşıyan atıklar içerebilmesi nedeniyle karışık atık olarak tanımlanmakta ve bu atıklar inşaat, restorasyon faaliyetleri ile binaların, yolların, köprülerin ve diğer yapıların yıkım faaliyetlerinden kaynaklanabilmektedirler [5].

Doğal kaynakların kıtlığı, çevrenin korunmasına olan ilginin artması, depolama alanlarının yetersizliği vb. sebepler, yerel ve merkezi yönetimleri inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımı ve dönüşümleri ile ilgi tedbirler almaya zorlamaktadır. Bu atıkların verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamak, yüksek iş hacmi ve kompozisyon karmaşıklığı nedeniyle zordur [6],[7]. Bunun için birçok ülke ve şehirde atıkların azaltılmasına yönelik planlar hazırlanmakta, atıkların depolama alanlarına kabul ücretleri ve vergileri arttırılmaktadır [8],[9]. Örneğin, Avrupa Birliği, inşaat ve yıkıntı atıklarının daha iyi yönetilmesine yönlendirmek ve teşvik etmek için bir inşaat ve yıkım atıkları protokolü başlatmıştır. Ayrıca, ABD, İngiltere, Danimarka, Almanya ve Hollanda da karışık haldeki inşaat ve yıkıntı atıklarının yeraltı suyunun kirlenmesine neden olabileceğine dikkat çekilerek depolanmasında daha itinalı olunması ve içme suyu kaynaklarının bulunduğu bölgelerde depolama yapılmamasını istemektedir. Çin Ulusal Kalkınma ve Reformlar Komisyonu, inşaat ve yıkım atıkları yönetimini iyileştirmek ve geri dönüştürülmüş inşaat malzemelerinin kullanımını teşvik etmek için düzenlemeler ve politika araçları oluşturmuştur [10].

İnşaat yıkıntı atıklarında beton, kum, çakıl, tuğlalar, seramik, doğal kayalar, moloz, asfalt, tahta, çeşitli metaller, cam, floresan lamba, plastik, halı parçaları, yalıtım malzemeleri ile insan sağlığına zararlı asbest, kurşun gibi bazı maddeler bulunabilmektedir. Dolayısıyla, inşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımının kolaylaştırması ve asbest ve polivinil klorür (PVC) gibi bazı zararlı malzemeler içerebilen kısımlarının çevreye zarar vermesinin önlenmesi için atıkların ayrıştırılması çok önemlidir. Galbenis ve Tsimas [11] yaptıkları çalışmada, inşaat yıkıntı atıklarından geri dönüştürülmüş beton agregalarının ve geri dönüştürülmüş duvar agregalarının, Portland çimento üretiminde klinker hammaddesi olarak ürünün özelliklerinin etkilemeden kullanılabilirliklerini belirtmişlerdir. Yine, Marroccoli vd., [12] yapmış oldukları çalışmada inşaat yıkıntı atıklarının kalker ve kil yerine kullanılması durumunda çimento üretiminde hammadde tasarrufunun %50 ile %70 arasında olduğunu ifade etmişlerdir.

Doksanlı yıllarda bazı Avrupa ülkelerinde inşaat yıkım atıklarının Belçika' da %80, Almanya'da %60, Danimarka ve Finlandiya'da %40, Hollanda ve İsveç'te %20 civarındaki kısımları geri dönüştürülerek kullanılabilmiştir [13]. 2002 yılı verilerine göre, Danimarka, Almanya ve Hollanda'da bu atıklarının %80' den fazlası, Finlandiya, İrlanda ve İtalya'da %30 ile %50 arası, Lüksemburg'ta ise %10'u geri dönüştürülerek kullanılmıştır [14]. 2020 yılında Fransa'da bu atıkların %60 ı geri dönüştürülerek kullanılmıştır [15]. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2005 yılı verilerine göre her yıl 130 milyon ton inşaat yıkım atığı ortaya çıkmaktadır ABD'de atıkların yeniden kazanımının verimini artırmak üzere çok sayıda örnek olay incelemesi yürütülmektedir. Örneğin bir çalışmada bu atıkların %92 oranında geri kazanıldığı ve toplamda %63 oranında maliyet tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir [16]. Japonya'da % 90 oranında geri kazanım hedefi belirlenmiş, 2000 yılında yaklaşık %96' ya ulaşılmıştır [17].

Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremi sonrasında oluşabilecek inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi konusunda literatürde yer alan sayısal verilerden faydalanılarak belirlenen oluşabilecek atık miktarları hesaplanmıştır. Bu atıklar içerisinde bulunabilecek hurda demir atık (SIW) miktarları ve beton- tuğla atıklarının/mineral fraksiyon atık (MFW) miktarları bulunmuştur. Ayrıca, hesaplanan hurda demir ve beton-tuğla atıklarının alternatif hammadde olarak kullanılması durumunda oluşabilecek maliyetler ve kazanımlar ortaya çıkarılmıştır. Bu kapsamda hesaplamalar beton-tuğla atıklarının entegre çimento tesislerinde ve hurda atıkların demir çelik sanayinde hammadde olarak yeniden değerlendirmek suretiyle elde edilebilecek kazanımlar için, sadece konut sayıları dikkate alınmıştır. Bu atıkların asbest içermediği varsayımına göre hareket edilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde sırasıyla 7,7 ve 7,6 büyüklüklerinde meydana gelen depremlerde oluşan inşaat yıkıntı atıklarının alternatif hammadde olarak kullanılmasına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Bu amaçla, Adana

ilinde depremde hasar görmüş konutlar ile ilgili 06 Mart 2023 tarihli Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu'nda (2023) [18] yer alan sayısal bilgilerden (Tablo 1) faydalanılmıştır. Bağımsız birim başına (konut) oluşabilecek yaklaşık inşaat yıkıntı atık miktarları literatürde yer alan sayısal verilerden hareketle hesaplanmıştır.

Bu hesaplamalarda betonarme binalarda konut alanı 150 m² alınmıştır. Kütlesel atık miktarları Gao vd. [19] çalışmasında verilen sırasıyla 1,6137 ton/m² değeri kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, hacimsel atık miktarları Maçin & Demir [20] tarafından yapılan çalışmalarda belirtilen sırasıyla 1,655 (1,61-1,70 değerlerinin ortalaması) ton/m³ sayısal bilgileri kullanılarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre oluşturulan kütleli ve hacimsel esaslı senaryo (150 m² için) Tablo 2'de verilmiştir.

Bu senaryoya göre konutlar (Acil+Ağır+Yıkık) için hesaplanan yaklaşık atık miktarı (kütleli ve hacimsel olarak) Adana ili için belirlenmiştir [21]. Hesaplanan atık miktarlarından geri dönüştürülebilir hurda demir (SIW) ve çimento sektöründe hammadde olarak kullanılacak mineral fraksiyon atık (MFW) miktarları sırasıyla, 30 kg/m³ (betonarme hacmi içinde) ve %59 oranı (Ramos & Marthino [22] çalışmasında verilen) kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında taşıma ve geri kazanım ekonomik analizleri için Hatay ilinde bulunan İskenderun Demir Çelik (ISDEMİR) fabrikasına (hurda demir atıklar için) ve Oyak Adana ve Sönmez entegre çimento fabrikalarına ortalama uzaklıkları kullanılmıştır.

Tablo 1. Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporunda Belirtilen (2023) Adana ili Acil+Ağır+Yıkık; orta hasarlı; az hasarlı konut sayıları

İl	Toplam Acil+Ağır+Yıkık Konut Sayısı	Orta Hasarlı Konut Sayısı	Az Hasarlı Konut Sayısı
Adana	2.952	11.768	71.072

SIW ve MFW nakliye-taşıma maliyetlerinin belirlenmesinde üç dingilli kamyonlar esas alınmış ve bu kamyonların 26 ton taşıma kapasitesine ve 15 m³ taşıma hacmine sahip oldukları göz önünde bulundurulmuştur [20]. Taşıma maliyeti için ise

nakliye firmaları ile görüşmeler yapılarak 15 m³/26 ton kapasiteye sahip bir kamyonun km başına ortalama nakliye bedelinin 0,80-€ olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, SIW ve MFW hammadde olarak geri kazanım (ekonomik kazanç) bedelinin hesaplanmasında sırasıyla, 360-€/ton (ISDEMİR hurda demir alım fiyatı) ve 4-€/ton (çimento fabrikaları ile yapılan görüşmelerde edinilen hammadde fiyatı) birim fiyatları esas alınmıştır.

Tablo 2. Birim konut (bağımsız birim) için yaklaşık kütleli ve hacimsel atık miktarları

Konut alanı (m ²)	Birim kütle (ton/m ²)	Referans (Kütleli)	Birim hacim (ton/m ³)	Referans (Hacimsel)
150	1,6137	[19]	1,6550	[20]

III. BULGULAR

Bu çalışmada yapılan hesaplamalarda kullanılacak olan konut sayıları Tablo 1'de verilen sayısal bilgiler kullanılmıştır. Tablo 1'de verilen bilgilerden Acil+Ağır+Yıkık konutlar sayıları dikkate alınarak oluşabilecek atık miktarları, literatürde yer alan ve detayları Materyal Metot bölümünde verilen bilgilere göre kütleli ve hacimsel atık miktarları senaryo ile hesaplanmıştır. Kütleli atık miktarı 627.406 ton olarak ve hacimsel atık miktarları 379.097 m³ olarak hesaplanmıştır.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının sınıflandırılması için Ramos & Marthino [22] tarafından yapılan çalışmada, bu atıklarının yaklaşık kütleli olarak %59'luk kısmının geri dönüşüm için yüksek bir potansiyele sahip beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımlarını içeren mineral fraksiyondan oluştuğu ifade edilmiştir. Bu çalışma kapsamında, hesaplanan verilen atıkların %59 oranında geri dönüştürülebilir özellikle beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımlarını içeren MFW (çimento üretiminde alternatif hammadde olabilecek atıklar) olduğu varsayımına göre yapılan hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Ayrıca, Lauritzen & Jannerup [23] ve Oikonomou [13] tarafından yapılan çalışmalarda inşaat yıkıntı atıklarından elde edilebilecek maksimum beton miktarının kütleli olarak yaklaşık %40 olduğunu ifade etmişlerdir. Bu orana bağlı olarak hesaplanan kütleli atık miktarlarının içerebilecekleri yaklaşık beton atık miktarları Maçin & Demir [20] yaptığı

çalışmanın ortalaması alınarak (1,655 ton/m³ kullanılarak) hacimsel olarak hesaplanmıştır.

Hacimsel atık miktarlarına göre atıkların içerebileceği hurda demir miktarları (30 kg/m³ kabulü ile) da Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Adana ili hurda demir ve beton atığı miktarı tablosu

İl	Yaklaşık kütsel atık miktarı (ton)	Yaklaşık MFW miktarı (ton)	Yaklaşık betonarme atık miktarı (m ³)	Yaklaşık SIW miktarı (ton)
Adana	627.406	370.170	151.639	4.549

Tablo 3'te verilen bilgilere göre Adana ilinde bulunan Acil+Ağır+Yıkık konut sayılarından hesaplanan SIW ve MFW miktarının sırasıyla yaklaşık 4.549 ton ve 370.170 ton olduğu görülmektedir. Bu atıkların geri kazanılabilir ve sürdürülebilir atık yaklaşımı kapsamında ekonomik olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünüldüğünde, Hatay il sınırları içinde bulunan ISDEMİR demir çelik fabrikasına, Adana ili içinde bulunan Oyak Adana ve Sönmez Çimento fabrikalarına taşınması planlanmıştır. Bu kapsamda ilçe merkezlerinden fabrikalara olan uzaklıklar bulunmuş ve aritmetik ortalama alınarak; yaklaşık taşıma (nakliye) maliyeti ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Adana ilinde oluşan SIW için ISDEMİR Fabrikasına ve MFW için çimento fabrikasına yaklaşık taşıma maliyetleri

Yaklaşık SIW Miktarı (ton)	ISDEMİR Fab. Ortalama Mesafe (km)	Yaklaşık SIW Nakliye Maliyeti (€)	Yaklaşık MFW Miktarı (ton)	Entegre Çimento Fabrikasına Ortalama Mesafe (km)	Yaklaşık MFW Nakliye Maliyeti (€)
4.549	144	20.155	370.170	77	877.018

Taşıma maliyeti hesaplamasında 26 ton/sefer (1 kamyonun 1 seferde taşıyacağı miktar) taşıma kapasitesine göre yaklaşık sefer sayısı bulunmuş ve 0,80-€/km taşıma maliyeti alınarak yaklaşık tutarlar bulunmuştur

Tablo 4'de verilen taşıma maliyetlerinin SIW için 20.155-€ ve MFW için 877.018-€ olduğu belirlenmiştir. Tablo 4'de verilen MFW çimento fabrikalarında hammadde olarak değerlendirilmesi durumunda, çimento fabrikalarında hammadde

maliyetinin yaklaşık 4 €/ton olduğu düşünülürse bu atıkların yaklaşık 1.480.680-€ (4€/ton x370.170 ton) değerinde bir hammaddeye karşılık geldiği ve Tablo 4'te verilen taşıma maliyeti çıkarıldığında yaklaşık %40,77 oranında ekonomik kazanç sağladığı belirlenmiştir.

OECD (2012) verilerine göre [24] hurda demirin hammadde olarak demir çelik endüstrisinde kullanımı ile ilgili genel maliyet oranları içerisinde demir cevheri entegre tesislerinde (BF/BOF) %13,1; hurda elektrikli ark ocaklarında (EAF) ise %75,5 oranında paya sahip olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla, inşaat yıkıntı atıklarından elde edilen hurda demirin hammadde olarak kullanılmasının ciddi oranda ekonomik kazanç sağlayacağı görülmüştür. ISDEMİR fabrikasının web sayfasındaki [25] hurda demir alım bedeli 12.04.2023 tarihli 7.650,00-TL/ton (360 €/ton (1€= 21,0421-₺ 12.04.2023 TCMB Kuru)) olarak belirtilmiştir. Buna göre geri kazanımın ekonomik değeri yaklaşık 1.637.640-€ (4.549 ton x 360 €/ton) olarak hammaddeye tekabül ettiği hesaplanmıştır. Tablo 4'de verilen hurda demir taşıma bedeli çıkartıldığında yaklaşık % 98,77 ekonomik kazanç sağlayacağı görülmüştür.

İnşaat yıkıntı atıkları içerisinde mineral fraksiyon atıklarının (MFW) çimento fabrikalarında ve hurda demir atıklarında (SIW) demir çelik endüstrisinde hammadde olarak değerlendirilmesi yönteminin çevresel risklerin minimize edilmesi ve hammadde maliyetlerinin azaltılması gibi koşullar düşünüldüğünde çok daha avantajlı olduğu söylenebilir.

IV. TARTIŞMA

Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen ve üzücü etkileri olan deprem sonrasında oluşan inşaat yıkıntı atıkları ile ilgili literatürde yer alan bilgiler doğrultusunda bir senaryo oluşturulmuştur. Adana ili için yaklaşık atık miktarı ve hacimleri, 06 Mart 2023 tarihli raporda yer alan yıkılmış ve ağır hasarlı olan bağımsız birim sayıları (konut) kullanılarak belirlenmiştir. Deprem sonrası oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının içerisinde yer alan ve ekonomik değeri olan hurda demir atıklarının ISDEMİR Fabrikasında, mineral fraksiyon atıklarının (tamamı tehlikesiz atık olarak düşünülmüştür) ise OYAK

Adana ve Sönmez çimento fabrikalarında hammadde olarak kullanılması planlanmıştır. Ayrıca, bu atıkların taşıma maliyetlerini belirleyebilmek için belirlenen fabrikalara olan ortalama uzaklıkları bulunmuş ve piyasa koşullarına göre 0.80-€/km maliyet belirlenerek yaklaşık taşıma bedelleri ortaya çıkarılmıştır.

V. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre Adana ili için toplam inşaat ve yıkıntı atık miktarları kütleli ve hacimsel olarak sırasıyla yaklaşık 627.406 ton ve 379.097 m³ olarak hesaplanmıştır. Hurda demir atık (SIW) miktarı ve çimento hammadde olarak tasarlanan mineral fraksiyon atıkların (MFW) miktarları sırasıyla yaklaşık 4549 ton ve 370.170 ton bulunmuştur. Bu atıklardan hurda demir atıkların (SIW) ISDEMİR demir çelik fabrikasına ve mineral fraksiyon atıkların (MFW) ise OYAK Adana ve Sönmez çimento fabrikalarına taşıma maliyetleri ise yaklaşık 20.155- € ve 877.018-€ olarak belirlenmiştir. Çimento fabrikalarında hammadde maliyetleri ve taşıma maliyetleri beraber düşünüldüğünde yaklaşık % 40,77 oranında ekonomik kazanç sağladığı tespit edilmiştir. Elde edilen hurda demirin hammadde olarak kullanılmasının bu endüstride taşıma maliyeti çıkarıldığında yaklaşık %98,77 oranında bir ekonomik kazanç sağlayacağı görülmüştür. İnşaat ve yıkıntı atıklarının içerdiği değerlendirilebilir unsurların demir çelik ve çimento sektörlerinde hammadde olarak kullanılması, normal koşullarda bu endüstriler için hammadde eldesinde karşılaşılan hem çevresel tahribatların önlenmesinde hem de ekonomik katkıda bulunması nedeniyle önemli bir kazanım olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Haupt, M., Vadenbo, C. & Hellweg, S. (2016). Do we have the right performance indicators for the circular economy? Insight into the swiss waste management system. *Journal of Industrial Ecology*, 21 (3), 615-627. Doi:10.1111/jiec.12506
- [2] Sáez, P.V., Astorqui, J.S.C., del Río Merino, M., Moyano, M.D.P.M. & Sánchez, A.R. (2018) Estimation of construction and demolition waste in building energy efficiency retrofitting works of the vertical envelope. *J. Clean. Prod.* 172, 2978–2985. Doi : 10.1016/j.jclepro.2017.11.113

- [3] Yarımçam, Ş. (2017). İnşaat yapım ve yıkım atıklarının geri dönüşümünün kentsel ölçekteki durumunun Kayseri kentinde örnek alan çalışması üzerinden incelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye, 182s.
- [4] Kartam N., Al-Mutairi N., Al-Ghusain I. & Al-Humoud J. (2004). Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. *Waste Management*, 24(10), 1049-1059. Doi: 10.1016/j.wasman.2004.06.003
- [5] European Commission. (2008). 2008/98/EC Waste and repealing certain directives. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
- [6] Akanbi, L.A., Oyedele, L.O., Akinade, O.O., Ajayi, A.O., Delgado, M.D., Bilal, M. & Bello, S.A. (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 175–186. Doi: 10.1016/j.resconrec.2017.10.026
- [7] Penteado, C.S. & Rosado, L.P. (2016). Comparison of scenarios for the integrated management of construction and demolition waste by life cycle assessment: A case study in Brazil, *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 34(10), 1026–1035. Doi: 10.1177/0734242X16657605
- [8] EU Construction & Demolition Waste Management Protocol. (2016). <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/en/renditions/native> (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2023)
- [9] Samton, G. (2003). Construction and demolition waste manual, City of New York. <https://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/waste.pdf> (Erişim tarihi 10.04.2023)
- [10] Aslam, M.S., Huang, B. & Cui, L. (2020). Review of construction and demolition waste management in China and USA. *Journal of Environmental Management*, 264, 110445 Doi: 10.1016/j.jenvman.2020
- [11] Galbenis, C.T. & Tsimas, S. (2006). Use of construction and demolition wastes as raw materials in cement clinker production, *China Particuology*, 4 (2), 83-85. Doi: 10.1016/S1672-2515(07)60241-3.
- [12] Marroccoli, M., Telesca, A., Ibris N. & Naik T.R. (2016). Construction and demolition waste as raw materials for sustainable cements, Fourth International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, August 7-11, Las Vegas, USA <http://www.claisse.info/2016%20papers/S217.pdf>
- [13] Oikonomou, N.D. (2005). Recycled concrete aggregates, *Cement & Concrete Composites*, 27 (2), 315-318. Doi: 10.1016/j.cemconcomp.2004.02.020
- [14] Nunes K.R.A., Mahler C.F., Valle R. ve Neves C.(2007) Evaluation of investments in recycling centres for construction and demolition wastes in Brazilian municipalities, *Waste Management*, 27, 1531-1540. Doi: 10.1016/j.wasman.2006.09.007
- [15] Moro, A., Borgaro, P., Bazzan,E., Dally, A., Mangili,S., Jakob, U., Strobel, M., Sambeth, M., Ruisanchez Capelastegui, A., Pascual Fabra, M. (2021) Establishing future-oriented training and qualification quality standards for fostering a broad uptake of sustainable

- energy skills in the European construction sector, <https://train4sustain.eu/assets/content/publications/Report%20on%20public%20sector%20obstacles%20and%20needs.pdf>
- [16] Lennon M. (2005). Recycling construction and demolition wastes: a guide for architects and contractors, Commonwealth of Massachusetts, Department of Environmental Protection, Boston, MA, USA: 1-38 pp. <https://archive.epa.gov/region1/healthcare/web/pdf/cdrecyclingguide.pdf> (Erişim tarihi: 10 Nisan 2023).
- [17] Rao, A. (2005). Experimental investigation on use of recycled aggregates in mortar and concrete. Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur, Indian.
- [18] Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2023). Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. <https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaraş-ve-hatay-depremleri-raporu/> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- [19] Gao, X., Nakatani, J., Zhang, Q., Huang, B., Wang, T. & Moriguchi, Y. (2020). Dynamic material flow and stock analysis of residential buildings by integrating rural–urban land transition: a case of Shanghai, *Journal of Cleaner Production*, 253, 119941. Doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119941
- [20] Maçın, K.E. & Demir, İ. (2018). Kentsel dönüşüm sürecinde İstanbul'da inşaat ve yıkıntı atıkları yönetimi. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9,188-201.
- [21] Temelli, U.E., Sezgin, N. & Özdoğan Cumalı, B. (2023). Afet Zamanlarında İnşaat Yıkıntı Atıklarının Belirlenmesi ve Atıkların Değerlendirilmesi: Kahramanmaraş Depremi Örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(2), 225-232. <https://doi.org/10.35229/jaes.1286631>
- [22] Ramos, M. & Martinho, G. (2023). An assessment of the illegal dumping of construction and demolition waste, *Cleaner Waste Systems*, 4, Doi: 10.1016/j.clwas.2022.100073.
- [23] Lauritzen, E.K. & Jannerup, M. (1994). Guidelines and experience from the demolition of houses in connection with the Oresund link between Denmark and Sweden–demolition and reuse of concrete and masonry, *Proceedings of Third International RILEM Symposium*, 35-47.
- [24] OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2012). The future of the steel industry: selected trends and policy issues, [https://one.oecd.org/document/DSTI/SU/SC\(2012\)12/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/SU/SC(2012)12/en/pdf) (Erişim Tarihi:19.04.2023)
- [25] <https://www.isdemir.com.tr/kurumsal/tedarikci-iliskileri/yurtici-hurda-alim/> (erişim tarihi 12.04.2023)