



Araştırma Makalesi / Research Paper

Deprem Sonrası Oluşan İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Değerlendirilmesi: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri

Gamze DOĞDU^{1*}, **Seda Nur ALKAN²**

¹Bolu İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bolu/TÜRKİYE

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE

gamzedogdu@ibu.edu.tr, alkan.sedanur@gmail.com

Received/Geliş Tarihi: 12.05.2023

Accepted/Kabul Tarihi: 20.06.2023

Özet: Dünya çapında artan doğal afetler; çevreyi ve halk sağlığını tehdit eden afet sonrası oluşan milyonlarca ton inşaat ve yıkıntı atığının (İYA) yönetimini, afetle mücadelenin çok önemli bir bileşeni haline getirmiştir. 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremlerle 100 milyon ton İYA oluşumu beklendiği dikkate alındığında, İYA yönetiminin kritik bir rol üstlendiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda, deprem sonrası oluşması beklenen yüksek miktardaki atıkların yönetiminin etkin bir şekilde planlanması halinde sosyal, ekonomik ve çevresel faydalar elde edilebileceği öngörülmektedir. Bu çalışmada, Kahramanmaraş depremlerinde oluşan İYA'ların kütsel miktarları hesaplanmış ve dünya üzerinde meydana gelen diğer depremlerde oluşan atık miktarlarıyla kıyaslanmıştır. İYA kütsel dağılımı hesaplanarak acil müdahale gerektiren, geri kazanılabilen ve yeniden inşa kullanılabilen atık dağılımları da belirlenmiştir. Bu çalışmada yapılan hesaplamalara göre, 13 milyon insanın etkilediği Kahramanmaraş depremleri sonucunda yaklaşık 350 ila 580 milyon ton İYA oluşacağı ve bunun 1.453.015,25 ton tehlikeli atık, 16.273.770,74 ton toprak ve taş karışımı, 21.698.360,99 ton bitümlü karışımlar ve ahşap atıklar, 57.151.932,97 ton mineral fraksiyon atığı, 37.747.073,20 ton betonarme atık ve 935.317 ton hurda demir atığı olduğu ortaya koyulmuştur. Buna göre geri dönüştürülebilir atık miktarının yüksek olduğu, bu atıkların geri dönüştürüldüğü takdirde ekonomiye katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Ayrıca, tehlikeli atık miktarı da azımsanmayacak boyutta olup hassasiyetle bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş depremleri, İnşaat ve yıkıntı atıkları, Asbest, Deprem sonrası atık yönetimi, Çevresel etkiler

Management of Post-earthquake Construction and Demolition Waste: 6 February, 2023 Kahramanmaraş Earthquake Disasters

Abstract: Since natural disasters have increased all around the world, management of post-earthquake Construction and Demolition Waste (CDW) following earthquake has been a significant issue in terms of the management of millions of tons of construction and demolition waste generated after the disaster that threatens the environment and public health. Considering that 100 million tons of CDW production is expected, it is seen that CDW management plays a critical role. In the studies, it is predicted that social, economic and environmental benefits can be obtained if the management of the high amount of waste expected to be generated after the earthquake is planned effectively. In this study, the mass amounts of CDWs formed in Kahramanmaraş earthquakes were calculated and compared with the amount of waste generated in other earthquakes in the world. By calculating the mass distribution of the CDW, the waste distributions that require urgent intervention, which can be recovered and used in reconstruction, are also determined. According to the calculations made in this study, as a result of the Kahramanmaraş earthquakes, which affected 13 million people, approximately 350 to 580 million tons of CDW will be formed and this will be 1.453.015.25 tons of hazardous waste, 16.273.770.74 tons of soil and stone mixture, 21.698.360.99 tons of bituminous waste mixtures and wood waste, 57.151.932.97 tons of mineral fraction waste, 37.747.073.20 tons of reinforced concrete waste and 935.317 tons of scrap iron waste. Accordingly, it is predicted that the amount of recyclable waste is high and if these wastes are recycled, they will contribute to the economy. In addition, the amount of hazardous waste is substantial and must be disposed of with precision.

Keywords: Kahramanmaraş earthquake disasters, Construction and demolition waste, Asbestos, Post-earthquake waste management, Environmental effects

1. Giriş

Depremler jeolojik kökenli doğal afetler olup, yeryüzünün, yer kabuğundaki bir kaynaktan çıkan dalgalar halinde yayılan titreşimlerle sarsılması sonucu oluşur (Yiğiter, 2008). Türkiye’de meydana gelen en büyük deprem 1939 Erzincan’da 7.9 büyüklüğünde gerçekleşmiş; 116.720 konut ağır hasar almış, 32.962 kişi hayatı kaybetmiştir (Taş, 2003). İstanbul, Yalova, İzmit, Düzce, Adapazarı, Bursa, Karabük, Zonguldak ve Eskişehir gibi birçok ili etkileyen 1999 Marmara Depremlerinde 352 bin konut ve işyerinin zarar gördüğü, 224 bin konut ve işyerinin yıkılıp, ağır ve orta hasar gördüğü, 1 milyon 500 bin civarında insanın ise yıkım ve hasardan etkilendiği ifade edilmiştir (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 2000). Türkiye’de 6 Şubat 2023 tarihinde, Kahramanmaraş’ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde sırasıyla 7.7 ve 7.6 büyüklüğünde depremler meydana gelmiş olup, binlerce artçı deprem kaydedilmiştir (AA, 2023). Gerçekleşen bu büyük depremler neticesinde, afetlerin halk sağlığı ve çevre üzerinde önemli riskler oluşturduğu açıkça görülmüştür. Bunlardan güncel olarak kamuoyunda en geniş yer tutanı, deprem sonucu oluşan büyük miktarda inşaat ve yıkıntı atıklarının (İYA) yönetmeliklere uygun bir şekilde yönetilmesidir.

Herhangi bir afet gibi, depremler de halk sağlığını tehdit eden, yeniden yapılanmayı engelleyen ve çevreyi etkileyen büyük miktarlarda atık üretebilir (Domingo ve Luo, 2017; Khanal ve ark., 2021). Yıkılan yapılar nedeniyle asbest kirliliği, insan sağlığı ve çevre üzerinde ciddi riskler oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalarda, deprem gibi afetler sonrasında oluşan atık hacminin yıllık üretilen atık hacmine kıyasla 5-15 kat daha fazla olduğu açıklanmıştır (Reinhart ve McCreanor,1999). 2020 yılında Türkiye’de toplam 104.8 milyon ton atık oluştuğu belirtilmiştir (TÜİK, 2021). Deprem felaketi sonucu bir anda ve yüksek miktarda oluşan, operasyonel engellere neden olan atık türü İYA’lar olup depremin meydana geldiği yerlerde kişi başına 8-16 ton İYA oluştuğu öngörülmektedir. İYA’lar ile yıkılan binalardan kaynaklanan tehlikesiz ve tehlikeli atıkların entegre yönetimi, çevresel kirlilik yükünü azaltmak ve sürdürülebilir ekonomik stratejilerle afet yönetimini sağlamak için kritik rol oynar (Küçük ve Kaplangı, 2023). Yanı sıra, yapılan bazı araştırmalarda afet bölgelerinde atık yönetimi çalışmalarının afetzedelerin psikolojileri üzerinde etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, 12 Mayıs 2008’de Çin’in Wenchuan ilçesini vuran yıkıcı depremden sonra Çinli yetkililer, atıkların ve enkazın kaldırılması için yetersiz ve uzun süren bir afet atık yönetiminin, yaşayanların stres seviyesini arttırdığını kanıtlamışlardır (Hu ve Sheu, 2013).

1.1. Metot

Yıkılan binalar ve ağır hasarlı binaların yıkımından kaynaklanan molozlar, yıkım atıklarının başlıca kaynakları olarak tanımlanır. Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye’de 11 ili etkileyen büyük depremler sonucu yıkılan veya hasar gören yapıların ürettiği İYA’ların kütsel miktarlarını analiz etmiş ve dünya üzerinde meydana gelen diğer büyük depremlerde oluşan atık miktarlarını kıyaslamıştır. Ayrıca, atık kompozisyonu da hesaplanarak tehlikeli, geri dönüştürülebilir atıklar, hurda ve mineral miktarları da belirlenmiştir.

Bunlara ek olarak; İYA’ların yapısı, özellikleri, çevresel ve halk sağlığına olan etkileri ile bu atıkların yönetim aşamalarının neler olabileceği tartışılmıştır. Bilhassa, asbest içerikli olabilecek bu atıkların sağlık riskleri, çevresel tespiti ve bertaraf edilmesiyle alakalı literatürde yer alan önemli çalışmalar sunularak Türkiye’deki bu büyük depremler sonucu oluşan asbest içerikli İYA’ların tespitine ışık tutacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bu çalışmada dünyada farklı ülkelerde meydana gelen depremler

sonrası oluşan İYA'ların başarılı yönetimini gerçekleştiren ülkelerden örneklere yer verilerek Kahramanmaraş merkezli depremler sonucu oluşan İYA'ların yönetimi için öneriler sunulmaktadır.

2. Deprem Sonrası Oluşan İYA'ların Tanımı ve İçerikleri

Deprem sonrası oluşan İYA'ların yönetimi, afet öncesi ve sonrasında dikkatle planlanması ve yürütülmesi gereken ciddi bir konudur. Bu süreç doğru işlediğinde, geri kazanım ve yeniden inşa için enkaz atıkları değer kazanmakta ve üç şekilde değerlendirilmektedir: 1. Acil müdahale gerektiren atıklar, 2. Geri kazanılabilen atıklar, 3. Yeniden inşa etmede kullanılabilen atıklar (URL-1). Deprem sonrasında oluşan atıklar; bitkisel atıklar, toprak ve kaya atıkları, araç enkazları, hasarlı bina (evsel tehlikeli atıklar, mobilya, elektronik eşyalar, beyaz eşya gibi ev eşyaları, cam, plastik, metal, beton, demir, kiremit, tuğla, ahşap vb.) ve altyapı yıkıntıları (yollar, boru şebekeleri vb.), endüstriyel ve toksik kimyasallar, insan bedeni ve hayvan ölüsü olabilir.

İYA'lar, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde inşaat atıkları ve yıkıntı atıklar şeklinde adlandırılmıştır. İnşaat atıkları yönetmeliğe göre; "konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıklar", yıkıntı atıklar ise "konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların tamirâtı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıklar" olarak tanımlanmaktadır (HİYAKY, 2004). İYA'lar başta beton olmak üzere moloz, asfalt, çakıl, kum, tuğla, tahta, seramik, doğal kayaçlar, çatı malzemeleri, hurda/hasarlı araçlar, elektrik elektronik atıkları, metaller, cam, flüoresan lamba, plastik, yalıtım malzemeleri, halı parçaları ve asbest, kurşun gibi insan sağlığına zararlı maddeleri içerir (Demir, 2009). Yıkılan binaların oluşturduğu İYA'lar, kontamine evsel atıklar, tıbbi atıklar, insan ve evcil hayvan cesetleri içermekte, asbest ve benzeri kimyasallar da içerebileceğinden tehlikeli atık olarak adlandırılmakta olup deprem bölgelerinde yönetilmesi gereken en ciddi atık türünü oluşturur.

2.1. Deprem Sonrası Oluşan İYA'larda Asbest Tehlikesi

"Sihirli mineral" olarak da bilinen lifsi yapıya sahip asbest, ticari ismiyle amyant, magnezyum silikat, kalsiyum-magnezyum silikat, demir-magnezyum silikat bileşiminde olan minerallerin ismidir. Asbest; gemi ve uçak yapımı, tekstil, çimento üretimi, otomobil yapımı, filtreler, izolasyon ürünleri, su boruları yapımı, petrokimya endüstrisi, gaz maskelerinin yapımı, kağıt endüstrisi, yer karoları ve kaplama levhaları gibi pek çok farklı kullanım alanı olan bir malzemedir. Asbestin zararlı etkileri, 20. yüzyıl başlarında görülmeye başlanmış ve Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi asbesti, kanserojen madde olarak açıklamıştır. Araştırmalarda asbestin akciğer kanseri başta olmak üzere mezotelyoma (akciğer zarı kanseri), larenks (gırtlak) ve yumurtalık kanseri, asbestozis gibi ölümcül hastalıklara neden olduğu tespit edilmiştir (Demir ve ark., 2018).

Türkiye'de 2010 yılına kadar yaklaşık 500.000 ton asbest kullanılmıştır (TÜRKİYE Asbest Kontrolü Stratejik Planı, 2012). Asbestin ülkemizde kullanımına dair veriler kısıtlı olsa da hem yapı hem de endüstriyel alanda yaygın kullanıldığı bilinmekte, bu nedenle yapıların tadilat ya da yıkımı ile ilgili bir süreç söz konusu olduğunda öncelikle asbest bulunup bulunmadığına dair gerekli incelemelerin yapılması asbest maruziyeti önlemede önemlidir (URL-2). İnşaat sektöründe genellikle asbest içeren yapılarda yapılan yıkım veya sökümler, asbest içeren moloz ve atıkların temizliği, asbest veya katkısı bulunan malzemelerin taşınımı, depolanması, kontrolü ve toplanması sebebiyle asbeste maruz kalınmaktadır (Akboğa Kale ve ark., 2017).

Yalıtım, tavan döşeme, kazan daireleri, yapı elemanları gibi binalarda kullanılan birçok malzemede yüksek miktarda kanserojen etki gösteren asbest kullanılmakta olup asbest liflerinin havayla birlikte solunması oldukça tehlikelidir. Deprem sonrası oluşan İYA'lardaki asbest tehlikesini değerlendirirken hem yıkıntılarda bulunan asbesti hem de havaya karışan asbesti dikkatli inceleyip bertaraf etmek gereklidir. Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik hükümlerinde; asbest ile ilgili yapılardaki, asbest ve benzeri tehlikeli kimyasal içeren imalatlar sökölüp uzaklaştırılmadan ve Hafriyat Toprağı,

İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun seçici yıkım yapılmadan ana yıkıma geçilemeyeceği, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun olarak seçici yıkım aşamasında asbest içerikli malzemelerin ayrıştırılması gerektiği belirtilerek, yıkım çalışmalarından önce asbestli malzemenin var olup olmadığı, varsa asbest içeren malzemeler için asbestin türünü, miktarını ve yerini belirlemeye yönelik envanter çalışmasının zorunlu olduğu; bu çalışma sırasında katı numune alma ve analiz işlemlerinin Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından katı numunede asbest tür tayini parametresinden yetkilendirilmiş bir laboratuvar tarafından yapılacağı, asbest ve diğer tehlikeli maddeleri içeren malzemeler, yıkım faaliyetinden önce belirlenerek sökülmesi, ayrı olarak toplanması ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik kapsamında bertaraf edilmesi gerektiği açıklanarak asbest söküm işlemlerinin TS 13895 Asbest İçeren Malzemelerin Sökümü ve Asbest Bertaraf Yöntemleri Kılavuzuna uygun olarak yapılması, yıkım ve söküm işlemleri sırasında, Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğe uyulması gerektiği yer almaktadır (BYHY, 2021).

Japonya'daki iki büyük depremden (Hanshin-Awaji Depremi, 1995 ve Büyük Doğu Japonya Depremi, 2011) sonra karşılaşılan asbest riski açıklanarak Ritsumeikan Asbest Araştırma Projesi'nde asbestin etkilerinden korunma önerileri; asbest sorunlarının önemi ve alınacak önlemler arasında vatandaşlar, ulusal hükümet, yerel hükümet, işletmeler tarafından tanınması, gerekli ölçümlerin deprem öncesi, sonrası ve gelecekte yapılması olarak açıklanmıştır (Kazuhiko, 2012). Yapılan bir çalışmada, deprem sonrası oluşan asbest içerikli malzeme, hiperspektral görüntüleme (Hyperspectralimaging-HSI) ve Mikro-X-ışını Floresan (Micro-X-ray Fluorescence-micro-XRF) yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş; HSI tekniğinin daha kolay ve hızlı bir yöntem olduğu ve insan müdahalesi olmadan tehlikelerin tespit edilmesi için faydalı olabileceği belirtilmiştir (Trotta ve ark., 2022). Drone teknolojisi kullanılarak yapılan bir çalışmada, geniş bir alanda kısa sürede çatılardaki asbestin tespit edilmesi için drone kullanımı uygun bir yöntem olarak açıklanmıştır (Seo ve ark., 2022).

3. Deprem Sonrası Oluşan İYA'ların Yönetimi

AB Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/EC) 11. Maddesinde, 2020 yılına kadar İYA'ların %70 oranında geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması hedef olarak belirtilmiştir. Türkiye'de Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde "atıkların kaynağında en aza indirilmesi, hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının geri kazanılması ve özellikle altyapı malzemesi olarak yeniden değerlendirilmesi esastır" şeklinde ifade edilmektedir (ÇŞİB, 2017). Türkiye'de afet atıklarının yönetimi için yapılan yasal düzenlemeler; 1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu, 2004 yılında yayınlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ve 2015 yılında yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği olarak sıralanabilir (Buzkan ve Erman, 2020).

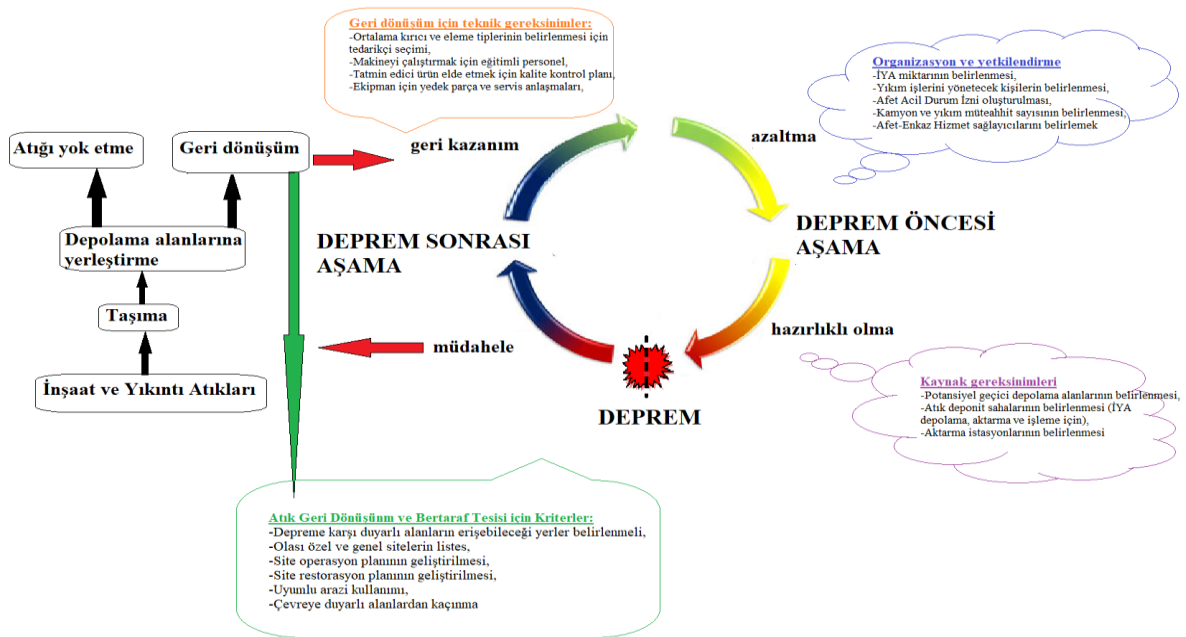
Deprem gibi afet yönetim planlarının en önemli bileşeni afet atıklarının yönetimidir. Lorca (2015) etkili atık yönetiminin afet öncesi ve afet sonrası olmak üzere iki aşamada başlatılması gerektiğini belirtmiştir. Afet öncesi aşamada, tehlikelerin neden olduğu riskleri azaltmak ve afet sonrasında hızlı bir iyileşme sağlamak için zorunlu bir çözüm sunarak koruyucu afet atık yönetimi stratejileri tanıtılmalıdır. Afet sonrası enkaz yönetimi çoğunlukla sorumluluk atama ve idari prosedürleri listeleme gibi konulara odaklanır. Atık bertarafı için acil müdahale zinciri, yerel makamlardan düzenli depolama sahası planlarına kadar çeşitli paydaşları içerir. Kumamoto depremlerinden hemen sonra, Kumamoto valiliği ve belediye hükümetleri, yerel makamlara, hasarlı bölgelerden çıkarılan atık ve molozları almak için en çok etkilenen bölgelerin yakınında geçici atık depolama tesisleri kurma konusunda yardım etmiştir. Buna ek olarak, Japonya Öz Savunma Kuvvetleri, Japon Hükümeti tarafından afet atıklarını taşımakla görevlendirilmiş ve bu sayede Kumamoto, afet bölgelerindeki atıkların atılma hızı arttırılabildiği (Takashima, 2016).

Deprem sonrası oluşacak İYA'ların yönetimi, temel olarak katı atıkların yönetimiyle benzer özellikler göstermektedir. Acil bir durumda üretilen atığın özellikleri, ülkeden ülkeye önemli ölçüde değişebilir. Ayrıca, atık işleme ve bertaraf koşulları ve dağılımı tesisler, teknik ve ekonomik kaynakların yanı sıra her yerde benzersizdir (Asari ve ark., 2013). Bu faktörler, afet atık yönetimi için geniş bir seçenek yelpazesi bırakmaktadır. Deprem öncesinde hazırlanması gereken deprem yönetim planında depremde oluşabilecek atık miktarı, türleri ve nihai depolama alanları belirlenmelidir. Geçici depolama alanlarının belirlenmesi ilk aşamadır. Bu alanlar, finansal, lojistik ve çevresel durumları etkileyen bertarafı iyileştirmek için planlama (önleme) sırasında belirlenebilir. Depolama sırasında, öğütme ve eleme yoluyla hacmi azaltarak atığı ön işleme tabi tutmak mümkündür (Berger ve ark., 2011). Ön seçim aşaması, farklı atık türlerini ayırmak, geri kazanımı optimize etmek ve çevresel etkiyi azaltmak için çok önemlidir (Hu ve Sheu, 2013). Ayrıca, koku, gürültü ve potansiyel kontaminasyon gibi bazı sorunları önlemek için geçici İYA depolama ve indirgeme sahasına taşınan moloz ve atığın kökenini ve özelliklerini bilmek çok önemlidir (Berger ve ark., 2011). Federal Acil Durum Yönetimi Ajansı (FEMA) (2007) ayrıca, geçici İYA depolama ve indirgeme sahasının önemine işaret etmektedir: afet atıkları genellikle birincil atık stokları olarak getirilir ve bu aşamada kabaca ayrılır; daha sonra atık, ikincil atık stokları olarak ele alınır ve ayrıca bireysel kategorilere ayrılır. Afet olduktan sonra ise yapılacaklar, atıkların geçici depolama alanlarına götürülmesi, burada türlerine göre ayrıştırılarak ağırlıklı olarak yeniden kullanım, geri dönüşüm/geri kazanımının yapılması, geri kalan atıkların ve riskli atıkların tekniğine uygun şekilde bertarafının yapılmasıdır (İTÜ, 2023).

İYA'ların yönetiminde bir diğer önemli husus ise bu atıkların depolanmasının herhangi bir canlı yaşamını riske atacak ve herhangi bir çevre sorunu oluşturmayacak şekilde yapılabilmesidir. Bu amaçla, afet bölgesinde toplanan İYA'ların tarım ve orman bölgelerinde taşınması ve dökülmesi sırasında oluşacak toz emisyonlarından etkilenmemesi için bu noktalardan uzak yerlerden seçilmesi ve atığın depolanması sonucu toprak yapısının bozunmasıyla tarım arazilerinin zarar görmemesi gerekmektedir. Yine, İYA'ların sucül ekosistemi olumsuz yönde etkilememesi amacıyla su kaynaklarına yakın yerlerde depolanmaması veya yüzey/yer altı sularına doğrudan deşarjının yapılmaması gerekmektedir. İYA'ların depolanması için alan seçiminde göz önünde bulundurulması gereken öncelikli faktör rüzgâr yönü, yağış, çığ veya sel taşkınları gibi meteorolojik etkenlerdir. İkinci olarak, geçici veya kalıcı depolama amacıyla kullanılacak bu alanların zemin özellikleri de oldukça önemli olup sızdırmaz zeminler tercih edilmelidir. Bu nedenle 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik'te İYA depolama alanı zemininin inşa edilmesi gerekmektedir. Beton, tuğla, kiremit, seramik karışımları, cam elyaf, taş, kaya, cam ve toprak grupları, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Ek-2'de, III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın kabul edilebilecek atıklar olarak belirlenmiştir. Aynı yönetmeliğe göre, toplanan İYA'ların kaynağının tek olması ve tek bir atık türü içermesi, bu atıkların teste tabi tutulmadan düzenli depolama tesisine kabul edilmesi için gerekmektedir. Ayrıca, bu atıkların başka depolama tesislerinde bertarafının gerektiği düzeyde kontamine olduğu veya metal, asbest, plastik ve kimyasallar gibi olmaması gereken maddeler içerdiğinin tespiti durumunda, bu atıkların III. sınıf depolama alanına kabul edilemeyeceği şartı açıklanmıştır. Buna istinaden, ilgili İYA'ların depolanması için en az II. Sınıf atık depolama tesisi özelliği olan depolama alanlarına ihtiyaç vardır. Ayrıca, geçici depolama alanlarında yangın riskinden dolayı atıklar belirli bir yüksekliğin üzerinde istiflenmemelidir (İTÜ, 2023).

Oluşan İYA'ların uygun geçici depolama alanlarına taşınırken atık miktarının azaltılması ve düzenli depolama saha ihtiyacının azaltılması ve afet bölgelerinde kentlerin yeniden inşa edilmesi sürecinde doğal kaynakların aşırı tüketiminin önlenmesi ve sürdürülebilir ekonomi için İYA'ların geri dönüşümünün yapılması gereklidir. Avrupa mevzuatı, Avrupa Direktifi 2008/98/EC ile İYA'ların ve diğer tehlikesiz toplu atıkların yeniden kullanımını ve geri dönüşümünü öngörmektedir. Yıkıntılardan oluşan molozlar inşaatlarda dolgu malzemesi olarak, kaldırım yapımında veya yolların taban

malzemesi olarak kullanılabilir. Örneğin, Emilia depremi sonucunda yaklaşık 611.000 ton moloz üretilmiş ve bu atıklar çoğunlukla geri kazanılarak düzenli depolama sahalarının iç yolları olarak geri dönüştürülmüştür (Cannarito ve Villani, 2013). Beton agregalar, dolgu malzemesi, zemin malzemesi, toprak dolgu malzemesi, yol kaplamalarının altında ya da yol alt temel malzemesi olarak ve yeni asfalt içinde kullanılabilir (Demir, 2009). Nepal depremi sonunda 0.44 milyon ton atık geri dönüştürülerek İYA'ların yeni inşaatlarda veya arazi geliştirmede dolgu malzemeleri olarak yeniden kullanımı/geri dönüşümü gerçekleştirilmiştir (Poudel ve ark., 2019). Aynı zamanda, ekonomik katma değeri yüksek demir, bakır gibi değerli metallere de İYA içerisinde uzaklaştırılması ve geri kazanımı gerekmektedir. Son yıllardaki yapılan çalışmalarda, çevresel etki değerlendirmelere göre, deprem gibi afetlerden sonra oluşan İYA'ların yerinde arıtılmasının en iyi seçenek olduğu ortaya konulmuştur (Amato ve ark., 2019). Ekonomik boyutta yapılan incelemeler ise, ön parçalama/öğütme olmaksızın tüm atık akışının depolama ve bertaraf alanına taşınmasının en sürdürülebilir seçenek olduğunu öne çıkarmıştır. İYA atıklarının geri kazanımı genellikle acil erişim yolları temizlendikten sonra yapılmakta olup deprem sonrası oluşan atık miktarı ve hacminin tahmini için uydu görüntüsü, hava fotoğrafı ve GPS verilerine de başvurulmaktadır (Karunasena ve ark., 2009; FEMA, 2007). Hanshin-Awaji depremi sonrası, önemli miktarda atık ayırma çalışması yapılarak deprem atıklarının kıyı arazilerinin ıslahında kullanılmak üzere enkazın yeterince temiz olması sağlanmıştır (Lauritzen, 1998). Kahramanmaraş depremleri ve ileride olması muhtemel depremler için önerdiğimiz acil durum planlaması Şekil 1'deki gibidir. Şekil 1'de gösterildiği gibi, deprem yönetim döngüsünün önleme ve risk azaltma aşamasında, deprem sırasında ve sonrasında oluşacak atıkları kontrol etmeyi hedefleyen yönetmelikler ve koruyucu tedbirler uygulamaya konulmalıdır. Deprem sonrası oluşacak atıkların yönetimi; atıkların toplanması, taşınması, yeniden kullanımı, geri dönüştürülmesi ya da bertaraf edilmesi afet yönetim döngüsünün müdahale/kurtarma/ilkyardım ve yeniden inşa/iyileştirme basamaklarından oluşmaktadır. (Karunasena ve ark., 2009).



Şekil 1. Deprem yönetimi ve deprem sonrası oluşacak İYA'ların yönetimi ile acil durum planlaması için önlemler (Baycan (2004) ve Cutter (2003)'den uyarlanmıştır).

4.Vaka Çalışması: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri

Türkiye'de 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler sonrasında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) tarafından toplam 13 ilde yürütölen hasar tespit çalışmaları kapsamında 16 Şubat 2023 itibariyle 1 milyon 40 bin bina incelenmiş olup, 130 bin binada 430 bağımsız bölümün (dükkân, daire, konut, garaj vb.) yıkık, acil yıkılacak ve ağır hasarlı olduğu tespit

edilmiştir. Toplam deprem atıkları miktarının ise, yaklaşık 50 milyon ton ile 110 milyon ton aralığında olacağı öngörülmektedir (İTÜ, 2023). 11 il için İYA'ların miktarlarının bağımsız konut başına hesaplanması 6 Mart 2023 tarihli Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu'nda (2023) yer alan sayısal bilgilerden faydalanılarak hesaplanmıştır. Kahramanmaraş depremleri sonucu Türkiye'nin 85 milyon vatandaşının 13 milyonu etkilenmiş olup Türkiye'de kişi başına düşen ortalama konut alanı 34 m² olduğu (TUIK, 2019) ve yaklaşık 442 milyon m² yapının yıkıldığı veya hasar gördüğü bildirilmiştir (ReliefWeb, 2023; Xiao ve ark., 2023). Yıkım Atıkları Arıtımı için Teknik Standartları'ndaki (CJJ/T134-2019), yıkım atığı üretimi için hesaplama standartlarına göre, yıkım projeleri tarafından üretilen yıkım atığı miktarı 8.000 t/10⁴ m² ile 13.000 t/ 10⁴ m² arasında olduğu belirtilmiştir (Industry Standards of the People's Republic of China, 2009). Buna göre;

$$W = w \times N \times A \quad (1)$$

burada W, depremden sonra üretilen toplam İYA miktarını; N, 13 milyon olarak hesaplanan depremden etkilenen insan sayısını; A, 34 m² olarak hesaplanan, kişi başına düşen ortalama konut alanını; w, birim konut alanı başına üretilen İYA miktarını, 8.000 t/10⁴ m² ile 13.000 t/10⁴ m² ifade etmektedir (Xiao ve ark., 2023). Buna dayanarak, Kahramanmaraş depremleri sonucunda, 350 ila 580 milyon ton arasında yıkım atığının üretildiği hesaplanmıştır. Dünya genelinde daha önce meydana gelmiş depremlerden etkilenen insan sayısı ve oluşan atık sayısı Tablo 1'de gösterilmiştir. Tablo 1'de Kahramanmaraş depremleri sonucu oluşan ortalama atık miktarı Denklem 1'e göre hesaplanmış olup diğer depremler sonucu oluşan atık miktarları literatürde açıklanan verileri göstermektedir (Brown ve ark., 2011; Hernández-Padilla ve Angles, 2021; Öztürk, 2023).

Tablo 1. Dünyada meydana gelen depremlerden etkilenen insan sayısı ve oluşan ortalama atık miktarı (ton)

Deprem Adı/Yılı	Etkilenen insan sayısı (milyon)	Deprem sonucu oluşan ortalama atık miktarı (ton)
Mexico City (2017)	8	237.261,50
İtalya-L' Aguilá (2009)	0.25	2.000.000
ABD-Los Angeles, CA: The Northridge (1994)	0.30	2.000.000
Türkiye-Marmara (1999)	16	13.000.000
Japonya-Kobe, Büyük HansinAwaji (1995)	25	15.000.000
Haiti (2010)	20	52.000.000
Çin-Siçuan (2008)	45	375.000.000
Türkiye-Kahramanmaraş (2023)	13	465.000.000

Tablo 1'e göre, 6 Şubat 2023 yılında meydana gelen Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen insan sayısı dikkate alındığında oluşan atık miktarının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Deprem sonrasında oluşan atıklardaki kimyasal ve tehlikeli maddeler insan ve çevre sağlığı açısından büyük risk oluşturabilmektedir. Bunlar arasında inşaat atıkları içerisinde asbestin bulunup bulunmadığı özenle değerlendirilmelidir. Asbestin bulunma durumu söz konusu olduğunda sürecin yasal olarak belirlenen düzenlemeler doğrultusunda çok dikkatli yürütülmesi gerekmektedir. Ülkemizde 2010 yılından sonra asbest kullanımının yasaklandığı düşünülürse, bu depremler sonrasında oluşan İYA'larda asbest bulunma riskinin oldukça fazla olduğu öngörülmektedir. Günümüzde yapılan çalışmalar dikkate alındığında, drone gibi teknolojinin sunduğu olanaklardan faydalanılarak en hızlı

biçimde asbest tespitinin yapılmasında insan temasını azaltması ve yönetmeliklerle belirlenen şekilde bertaraf edilmesi sürecin hızlandırılması açısından uygulanabilir çözümler olarak değerlendirilebilir. 11 il için Temelli vd. (2023) tarafından yapılmış olan yaklaşık kütleli atık miktarına istinaden Ramos ve Marthino (2023)'un çalışmalarında belirlemiş olduğu yüzde dağılımına göre %1.5 tehlikeli madde (kontamine toprak ve taş yada asbestli inşaat içeriği), %16.8 toprak ve taş, %22.4 bitümlü karışımlar ve ahşap atığı, ve geriye kalan %59'luk kısmının geri dönüştürülebilir beton, tuğla, kiremit, seramik gibi karışımlardan oluştuğu ifadesine dayanarak yapılan hesaplamalar Tablo 2'de verilmiştir.

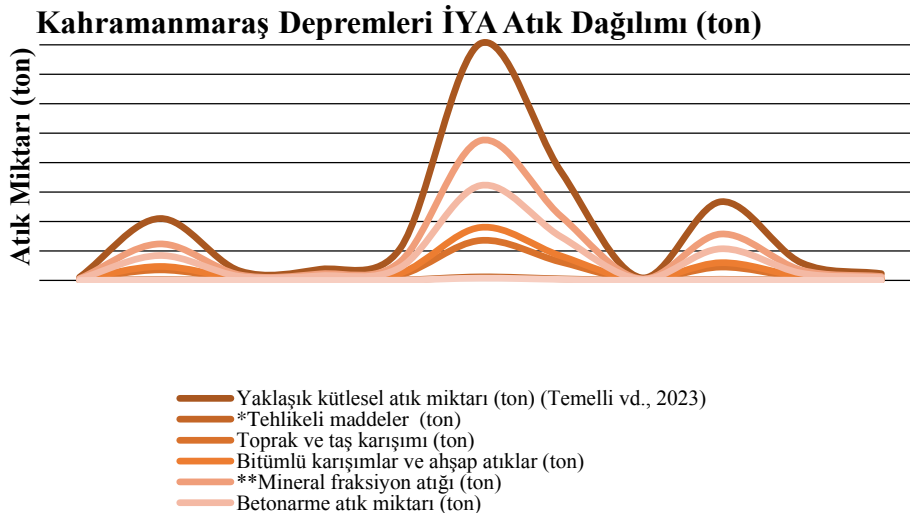
Tablo 2. 11 il için ortalama kütleli İYA dağılımı

	Yaklaşık kütleli atık miktarı (ton) (Temelli vd., 2023)	*Tehlikeli maddeler (ton)	Toprak ve taş karışımı (ton)	Bitümlü karışımlar ve ahşap atıklar (ton)	**Mineral fraksiyon atığı (ton)	Betonarme atık miktarı (ton)	Hurda demir atığı miktarı (ton) (Temelli vd., 2023)
Adana	552.024,00	8.280,36	92.740,03	123.653,38	325.694,16	220.809,60	5.330,00
Adıyaman	10.519.872,00	157.798,08	1.767.338,50	2.356.451,33	6.206.724,48	4.207.948,80	101.576,00
Diyarbakır	1.608.574,00	24.128,61	270.240,43	360.320,58	949.058,66	643.429,60	15.532,00
Elazığ	1.899.172,00	28.487,58	319.060,90	425.414,53	1.120.511,48	759.668,80	18.338,00
Gaziantep	5.451.985,00	81.779,78	915.933,48	1.221.244,64	3.216.671,15	2.180.794,00	52.642,00
Hatay	40.252.685,00	603.790,28	6.762.451,08	9.016.601,44	23.749.084,15	16.101.074,00	388.664,00
Kahramanmaraş	18.573.962,00	278.609,43	3.120.425,62	4.160.567,49	10.958.637,58	7.429.584,80	179.343,00
Kilis	470.118,00	7.051,77	78.979,82	105.306,43	277.369,62	188.047,20	4.539,00
Malatya	13.374.053,00	200.610,80	2.246.840,90	2.995.787,87	7.890.691,27	5.349.621,20	129.135,00
Osmaniye	3.012.757,00	45.191,36	506.143,18	674.857,57	1.777.526,63	1.205.102,80	29.090,00
Şanlıurfa	1.152.481,00	17.287,22	193.616,81	258.155,74	679.963,79	460.992,40	11.128,00
Toplam	96.867.683,00	1.453.015,25	16.273.770,74	21.698.360,99	57.151.932,97	38.747.073,20	935.317,00

*Kontamine olmuş toprak ve taşlar veya asbestli inşaat malzemelerinin bir karışımı

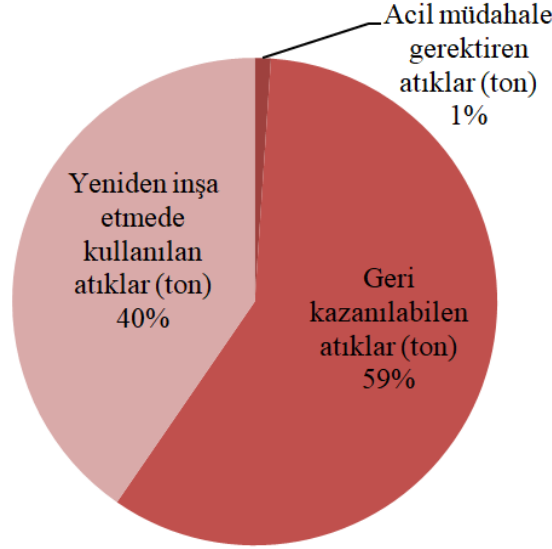
**Geri dönüşüm için yüksek bir potansiyele sahip beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları

Tablo 2'ye göre en yüksek kütleli atık miktarı sırasıyla Hatay ve Kahramanmaraş illerinde oluştuğu görülmüş olup en az kütleli atık Kilis'te meydana gelmiştir. Bu dağılıma göre atık yönetim sürecinin işletilmesi ve planlanması gerekliliği ortaya koyulmuştur. Şekil 2'de de görüldüğu gibi, en yüksek kütleli atık miktarını geri dönüştürülebilir beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları gibi mineral içerikli atıklar oluşturmakta olup bu atıkların geri dönüştürüldüğu takdirde ülke ekonomisine katkısının yüksek olacağı öngörülmektedir. Buna karşın, tehlikeli madde miktarı kütleli olarak az olmakla birlikte insan sağlığı ve çevreye zararının fazla olduğu göz önünde bulundurularak bertaraf işlemlerinin hassasiyetle gerçekleştirilmesi gerektiği açıktır.



Şekil 2. Kahramanmaraş depremleri illere göre İYA dağılımı

Oluşan atıklar; acil müdahale gerektiren atıklar, geri kazanılabilen atıklar ve yeniden inşa etmede kullanılabilen atıklar olmak üzere sınıflandırıldığından daha önce bahsedilmişti. Buna göre, yukarıda kütleli atık miktarı hesabı yapılan 11 il için dağılım Şekil 3'te gösterilmektedir. Bu dağılıma göre de, tehlikeli madde içerikli atıklar haricinde İYA'ların büyük bir çoğunluğunun değerlendirilerek yeniden kullanılabilceği anlaşılabilmektedir.



Şekil 3. 11 il için İYA sınıflandırılması

Tüm riskler dikkate alındığında, Kahramanmaraş merkezli depremlerde binaların yıkılması, İYA'ların taşınması ve yönetimi, İYA'ların miktarı ve asbest tehlikesi de değerlendirildiğinde kapsamlı sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınması gerekliliği söz konusudur. Ayrıca, İYA'lar için atık sınıflandırma önlemlerinin alınması sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunacaktır.

5. Sonuç ve Öneriler

Depremler gibi doğal afetler sonrası acil durum senaryosunda, anormal miktarda İYA'nın yönetilmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda, sıradan atık yönetimi yöntemlerini uygulamak mümkün değildir. Bu nedenle, olası bir deprem durumu değerlendirilerek tüm olası riskler için önlem alınmalıdır. Dünya çapında en ilgili standart yönergeler, ABD'de FEMA (2007), Japonya'da Çevre Bakanlığı (Ministry of the Environment Japan, 2011) ve Birleşmiş Milletler (UNEP/OCHA-MSB, 2011) tarafından üretilmiştir. Deprem sonrası atık yönetimi için bir kılavuzun tanımı, sükunet zamanında en iyi seçimleri planlamak ve acil durum sırasında müdahalede hızlı olmak, her ülke için bir öncelik olmalıdır (Francesco ve ark., 2018). Dünya çapında ülkelerin İYA'ları azaltma ve önlenmesine yönelik yaklaşımlarının odağı, atık oluşumunu azaltarak atık miktarını önlemektir. Hollanda, Avusturya ve Danimarka'da sırasıyla %90, %87 ve %82 oranında İYA dönüşümü gerçekleştirilmektedir (Arslan vd. 2012). Brown ve ark. (2011) ayrıca, Meksika örneğinde olduğu gibi, atık bileşimi ve miktar tahminine yönelik metodolojik bir yaklaşımı analiz etme ve geliştirme önündeki ana engelin, afet sonrası atık verilerinin mevcudiyeti ve tutarlılığın olmaması şeklinde açıklamıştır.

Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremler sonucu oluşan İYA'ların literatürde yer alan hesaplamalar çerçevesinde 06 Mart 2023 tarihli T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji Başkanlığı tarafından hazırlanan raporda yer alan verilere göre yapılan hesaplamalarda kütleli olarak acil müdahale gerektiren, geri kazanılabilen ve yeniden inşaada kullanılabilen atık dağılımları belirlenmiştir. Buna göre, 13 milyon insanın etkilendiği Kahramanmaraş depremleri sonucunda yaklaşık 350 ila 580 milyon ton İYA oluşacağı ve bunun 1.453.015,25 ton tehlikeli atık,

16.273.770,74 ton toprak ve taş karışımı, 21.698.360,99 ton bitümlü karışımlar ve ahşap atıklar, 57.151.932,97 ton mineral fraksiyon atığı, 37.747.073,20 ton betonarme atık ve 935.317 ton hurda demir atığı oluştuğu ortaya koyulmuştur. Bu veriler doğrultusunda oluşan İYA'ların büyük bir çoğunluğunun geri dönüştürülebildiği veya yeniden inşa sürecinde kullanılabileceği ve kullanıldığı takdirde sürdürülebilir döngüsel ekonomiye katkı sağlayabileceği ön görölmektedir. Diğer taraftan tehlikeli atık miktarı daha az olmakla birlikte, insan sağlığına ve çevreye olan olumsuz etkileri göz önünde bulundurulduğunda bertarafının detaylı ve hassas bir şekilde gerçekleştirilmesi elzemdir.

Sonuçta, afet öncesi koşulları eski haline getirmek ve en kısa sürede en büyük atık miktarını yönetmek için kapsamlı bir protokole ihtiyaç vardır. İYA'ların geri dönüştürülmesi, özellikle çevreye ve insan sağlığına olan etkileri, geri dönüştürülebilir malzeme miktarı ve bunun hem ekonomi hem de inşaat maliyetine katkısı değerlendirildiğinde büyük önem taşımaktadır. Deprem sonrası oluşacak İYA'ların özellikle beton atıklarının geri dönüşümü ve yeniden kullanımı için kapsamlı ve teşvik edici önlemler alınmalı; kullanıcıları ve teknik elemanları bilgilendirmeye yönelik toplantı ve konferans gibi etkinlikler düzenlenmelidir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

AA.com.tr 2023. Kahramanmaraş merkezli depremlerde 12 bin 391 kişi hayatını kaybetti. <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/kahramanmaras-merkezli-depremlerde-12-bin-391-kisi-hayatini-kaybetti/2810980>[Erişim 09 şubat 2023].

Akboğa Kale, Ö.Gürcanlı, G.E., ve Baradan1,S. (2017).Kentsel dönüşüm sürecinde asbest maruziyeti ve korunma yöntemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(6), 694-706.

Amato, A., Gabrielli, F., Spinozzi, F., Galluzzi, L.M., Balducci, S., and Beolchini, F. (2019). Strategies of disaster waste management after an earthquake: A sustainability assessment. *Resources, Conservation & Recycling*, 146 (2019), 590–597.

Asari, M., Sakai, S., Yoshioka, T., Tojo, Y., Tasaki, T., Takigami, H., and Watanabe, K. (2013). Strategy for separation and treatment of disaster waste: a manual for earthquake and tsunami disaster waste management in Japan. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 15 (3), 290–299.

Berger, D., Deacon, L., Duncan, V., Gourley, B., Feng, Y., Li, S.L., and Xu, N. (2011). Planning for Debris Management in New York City.

Brown, C., Milke, M., and Seville, E. (2011). Disaster waste management: A review article. *Waste Management*, 31, 1085-1098.

Buzkan, C., ve Erman, O. (2020). Yapısal Atıkların Geri Dönüşüm Sorunu ve Türkiye'deki Durumun Mevzuat Bakımından Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(1), 76-89.

BYHY, (2021). Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/10/20211013-1.htm> [Erişim 12Mayıs 2023].

Cannarito, V. ve Villani, B. (2013). La gestione dei rifiuti in Emilia-Romagna, Bologna.

Demir, B.H., Ercan, S., Aktan, H., and Öztaşkın, H. (2018). Türkiye'nin Asbest Profili ve Asbest Güvenliği Sorunu. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 42 (2018), 215-232.

- Demir, İ. (2009). İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi. *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2009-02, 105-114.
- Domingo, N., and Luo, H. (2017). Canterbury earthquake construction and demolition waste management: issues and improvement suggestions. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22 (2017), 130–138.
- FEMA, (2007). Public assistance – Debris management guide 260.
- Hernández-Padilla, F.; Angles, M. (2021). Earthquake Waste Management, Is It Possible in Developing Countries? Case Study: 2017 Mexico City Seism. *Sustainability*, 13, 2431.
- HİYAKY, (2004). Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.5401&MevzuatIliski=0&sourceXmISearch=hafriyat> [Erişim 11 Mayıs 2023].
- Hu, Z.H., and Sheu, J.B. (2013). Post-disaster debris reverse logistics management unde psychological cost minimization. *Transportation Research Part B: Methodological*, 55, 118-141.
- Industry Standards of the People's Republic of China. (2009). Technical standard for construction and demolition waste treatment (CJJ 134-2009). *China Architecture & Building Press*.
- İTÜ (2023). 6 Şubat 2023 04.17 Mw Kahramanmaraş (Pazarcık, Türkoğlu), Hatay (Kırıkhan), ve 13.24 Mw7.7. *Kahramanmaraş (Elbistan/Nurhak-Çardak) Depremleri Ön Tespit Raporu*. https://haberler.itu.edu.tr/docs/default-source/default-document-library/2023_itu_deprem_on_raporu.pdf [Erişim tarihi: 17 Şubat 2023].
- Karunasena G., Amaratunga D., Haigh R., Lill I. (2009), Post disaster waste management strategies in developing countries: Case of Sri Lanka. *International Journal of Strategic Property Management*, 13, 171-190.
- Kazuhiko, I. (2012). Revival from Earthquake Disaster and Asbestos Problems. *Journal of Policy Science*, 6, 113-119.
- Khanal, R., Subedi, P.U., Yadawa, R.K., and Pandey, B. (2021). Post-earthquake reconstruction: Managing debris and construction waste in Gorkha and Sindhupalchok Districts, Nepal. *Progress in Disaster Science*, 9, 100151.
- Küçüker, M.A., ve Kaplangı, B.B. (2023). Afet sonrası atıkların yönetimi hakkında değerlendirme. <https://gcris.iyte.edu.tr/bitstream/11147/13198/1/AFET%20B%20c3%96LGES%20c4%b0%20YIKINTI%20ATI%20c4%9e1%20Y%20c3%96NET%20c4%b0M%20c4%b0%20.pdf> [Erişim tarihi: 28 Nisan 2023].
- Lauritzen, E.K. (1998). Emergency construction waste management. *Saf Sci*, 30, 45-53. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(98\)00032-0](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(98)00032-0).
- Lorca, A., Çelik, M., Ergun, O., Keskinocak, P. (2015). A decisionsupport tool for post-disaster debris operations. *Procedia Engineering* 107, 154 -167.
- Öztürk, M. (2023). Afet sonrası yıkıntı atıkları yönetimi. *Şantiye*, 399, 93-96. <https://edergi.santiye.com.tr/399/#p=100>.

- Poudel, R., Hirai, Y., Asari, M., and Sakai, S. (2019). Field study of disaster waste management and disposal status of debris after Gorkha Earthquake in Kathmandu, Nepal. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 21(2019), 753-765.
- Ramos, M., and Martinho, G. (2023). An assessment of the illegal dumping of construction and demolition waste. *Cleaner Waste Systems*, 4.
- Reinhart, D.R., and McCreanor, P.T. (1999). Disaster Debris Management-Planning Tools, US Environmental Protection Agency Region IV, Final Report.
- ReliefWeb, T. (2023). The Turkey and Syria Earthquake. [https://reliefweb.int/report/turkiye/turkey-and-syria-earthquake#:~:text=The%20earthquake%20impacted%2013%20million%20of%20Turkey%E2%80%99s%2085,three-month%20state%20of%20emergency%20in%20the%20affected%20area_\[Erişim 19 Haziran 2023\]](https://reliefweb.int/report/turkiye/turkey-and-syria-earthquake#:~:text=The%20earthquake%20impacted%2013%20million%20of%20Turkey%E2%80%99s%2085,three-month%20state%20of%20emergency%20in%20the%20affected%20area_[Erişim 19 Haziran 2023]).
- Seo, D., Woo, H., Kim, M., Hong, W., Kim, I., Baek, S. (2022). Identification of Asbestos Slates in Buildings Based on Faster Region-Based Convolutional Neural Network (Faster R-CNN) and Drone-Based Aerial Imagery. *Drones*, 6 (194).
- T.C. Bayındırlık ve İşkân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (2000). 14.02.2000 Tarihli Rapor. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2017). <https://yalova.csb.gov.tr/insaat-ve-yikinti-atiklari-ile-ilgili-mevzuat-ve-uygulamalar-haber-169143>[Erişim tarihi: 20 Haziran 2017].
- Takashima, S. (2016). 2016 Kumamoto Earthquake report on Fukuoka City's disaster relief activities in the areas affected by the disaster. A report prepared by the Mayor of Fukuoka City. http://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/54071/1/report_20160512_en.pdf. [Erişim tarihi: 8 Temmuz 2017].
- Taş, N. (2003). Yerleşim Alanlarında Olası Deprem Zararlarının Azaltılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 8(1) <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uumfd/issue/21689/233473>
- Temelli, U.E., Sezgin, N. ve 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.
- Trotta, O., Bonifazi, G., Capobianco, G., Serranti, S. (2022). Detection of Asbestos Containing Material in Post-Earthquake Building Waste Through Hyperspectral Imaging and Micro-X-Ray Fluorescence. *Multidisciplinary Journal for Waste Resources & Residues*, 21, 27-34.
- TÜİK. (2019). Türkiyede Hanehalkı Ortalaması. Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.
- TÜİK 2021. Atık İstatistikleri, 2020 Sayı: 37198 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198>[Erişim tarihi: 23 Aralık 2021].
- Türkiye Asbest Kontrolü Stratejik Planı (2012). https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kanser-db/yayinlar/raporlar/Turkiye_Asbest_Kontrolu_Stratejik_Planı_2012.pdf [Erişim tarihi: 10 Mayıs 2021].
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. <https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaras-vehatay-depremleri-raporu/> [Erişim tarihi 19.04.2023].

URL-1<https://deprem.saglik.gov.tr/depo/deprem/rehberler/hsgm-deprem-Cevre-sagligi-rehberi.pdf>

URL-2<https://www.csgb.gov.tr/isgum/contents/asbest/>

Xiao, J., Deng, Q., Hou, M., Shen, J. and Gencel, O. (2023). Where are demolition wastes going: reflection and analysis of the February 6, 2023 earthquake disaster in Turkey. *Low-carbon Mater. Green Constr.*, 1, 17.

Yiğiter, N.D. (2008). Planlamada Afet Bilgi Sistemi ve Yönetiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Modellenmesi: Adana Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.