

AFET SONRASI OLUŞAN İNŞAAT VE YIKIM ATIKLARININ GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİNDE KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayşegül BAYIN SARIAHMETOĞLU¹, Aslı YALÇIN DAYIOĞLU², Mustafa HATİPOĞLU³, Ümit KARADOĞAN⁴,

ÖZET

Dünya genelinde önemli hasarlara neden olan afetler sonrasında, kriz yönetim aşamasında bulunan atık toplama ve bertaraf süreçleri, çevresel ve ekonomik bir yüke neden olmaktadır. Bir afetin yaratacağı etkinin büyüklüğü, var olan tehlike ve zarar görülebilirlik kavramları ile ilgilidir. Meydana gelen afetler, şiddetlerine ve etki alanlarına bağlı olarak fazla miktarda enkaz ve atık oluşturabilirler. Bu bildiride, 06.02.2023 tarihinde yaşadığımız Maraş depremi sonrası ortaya çıkan milyonlarca ton inşaat - yıkıntı atıklarının sürdürülebilir afet yönetimine göre incelenmesi, deprem afeti sonrası ikincil tehlike olan çevre, toprak, su kirliliği tehlikesinin ve riskinin azaltılması için var olan tehlikelere yönelik alınacak çevresel önlemlerin belirlenip risk azaltılması çalışmasının yapılması, geoteknik mühendisliği açısından kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda 06.02.2023 tarihli depremde oluşan inşaat – yıkıntı atıklarının miktarına yönelik tespitler, bu atıklardaki tehlike olasılığı, zarar görülebilirlik ve yönetilebilirlik faktörleri göz önünde bulundurularak risk analizi, çevresel etkisi değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlar doğrultusunda geoteknik mühendisliği uygulamalarında kullanılabilirliğine yönelik değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnşaat ve yıkım atıkları, risk ve zarar azaltma, deprem

ABSTRACT

Waste collection and disposal processes that arise after disasters at the crisis management stage cause an environmental and economic burden globally. The magnitude of the impact of a disaster is related to the concepts of existing danger and vulnerability. Disasters can create large amounts of debris and waste depending on their severity and area of impact. In this paper, an assessment of the million tons of construction and demolition wastes generated after the Maraş earthquake on 06.02.2023 was performed in accordance with sustainable disaster management. Moreover, the environmental precautions to be taken in order to reduce the danger and risk of environmental, soil and water pollution were discussed, which is a secondary hazard after the earthquake. Also investigation for potential utilization in geotechnical engineering practice along with a risk reduction study was carried out. In this context, the estimation of the total amount of construction - demolition wastes generated in the earthquake region, the potential harm caused by the existing construction - demolition wastes, the risk analysis of the construction - demolition wastes considering the factors of vulnerability and manageability as well as their environmental impact were evaluated and their suitability for geotechnical engineering applications was discussed.

Keywords: Construction and demolition waste, risk and harm reduction, earthquake

¹ Öğr. Gör. Dr., İTÜ Deprem Mühendisliği ve Afet yönetim Enstitüsü, aysegbayin@itu.edu.tr (sorumlu yazar)

² Dr. Öğr. Üyesi, İTÜ İnşaat Fakültesi, yalcinas@itu.edu.tr

³ Dr. Öğr. Üyesi, İTÜ İnşaat Fakültesi, hatipoglu1@itu.edu.tr

⁴ Dr. Öğr. Üyesi, İTÜ İnşaat Fakültesi, karadoganum@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

Afet kavramı; Birleşmiş Milletler'in kabul ettiği en genel tanımla "fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar oluşturan, günlük yaşamı ve insan aktivitelerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplumları etkileyen ve yerel imkanlar ile baş edilemeyen doğal, teknolojik veya insan kaynaklı tüm olaylar" şeklinde tanımlanmaktadır (Kadioğlu 2008). Büyüklüğü ve etki alanı değerlendirildiğinde afetlerin yönetimi için öncesini, afet anını ve sonrasını kapsayan çalışmaların yapılması gerekmektedir. Afet yönetim çalışmaları bir bütündür afet öncesi, afet anı ve afet sonrası yönetim aşamalarının hepsi entegre olarak değerlendirilmektedir. Afet tanımı göz önünde bulundurularak afet sonrası oluşabilecek riskleri tahmin edebilmek için geliştirilen formül Denklem 1'de verilmiştir.

$$Risk = Tehlike Olasılığı \times Zarar Görebilirlik \quad (1)$$

Denklem 1' de verilen afet riski hesabını Denklem 2'deki gibi de tanımlamak mümkündür.

$$Risk = Tehlike Olasılığı \times Maruziyet \times Savunmasızlık \quad (2)$$

Bu eşitliklere göre afetin büyüklüğü tehlike ve toplumun savunmasızlığına bağlıdır. Toplumun tehlikeyi önceden tahmin etme, olası zararları önleme, azaltma, başa çıkma ve yaşamı normale döndürme hızı ne kadar yüksekse, tehlike ne kadar büyük olursa olsun afet o kadar küçük ölçekte kalacaktır. Bu durumun tam tersi bir durum da geçerli olabilir (Kadioğlu 2008; Ergünay 2009). Bu nedenle afet öncesi risk ve zarar azaltma çalışmalarının titizlikle yapılması, sürdürülebilir afet yönetiminin benimsenmesi çok önemlidir. Risk Yönetimi Endeksine (INFORM) göre Türkiye'de doğal kaynaklı afetler bakımından en yüksek riski 9.3 puan ile deprem taşımaktadır.

Deprem afeti sırasında yıkılan binalar ve altyapıdan kaynaklı, beton, tuğla ve kereste gibi molozlar oldukça fazla miktarda ortaya çıkmakta ve bu da toplumlara atık yönetimi konusunda ek bir yük getirmektedir. Afetler sonucu oluşan bu tür atıkların bertaraf seçenekleri ve uygulanan bertaraf yöntemleri çevre ve halk sağlığı açısından oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Afet yönetiminin bir parçası olan afet atık yönetiminin hedefleri de insan hayatını ve sağlık risklerini en aza indirmek, çevresel riskleri azaltmak ve etkilenen topluluklara fayda sağlamaktır. Afet atıkları için farklı bertaraf seçenekleri mevcuttur. Bu bertaraf seçenekleri arasında atıkların geri kazanımı önemli bir seçenektir. Bu nedenle; özellikle inşaat – yıkıntı atıklarının (İYA) geri kazanılması ile ilgili birçok araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülmektedir (Öztürk 2017).

Afet yönetiminin yeniden inşa evresinde deprem afeti sonucu oluşmuş olan İYA'na yönelik tehlike olasılığı, zarar görebilirlik ve yönetilebilirlik faktörleri göz önünde bulundurularak risk analizi yapılması gerekmektedir. Yapılmış olan risk analizi değerlendirilerek, zarar görebilirlik ve yönetilebilirlik faktörleri göz önünde bulundurularak riskler kabul edilebilir seviyeye indirilmeli ve İYA'nın sürdürülebilir atık yönetimi kapsamında yeniden kullanımı için araştırmalar yapıp döngüye yeniden girmesi sağlanmalıdır (Lauritzen. 1998). Bu kapsamda deprem sonrası oluşmuş olan İYA'da olma ihtimali olan asbest, kurşun ve diğer tehlikeli maddelerin varlığı araştırılmalı, çevresel ve insan sağlığına etkisi incelenmelidir (Antic, 2021). İnşaat ve yıkıntı atıkları içerisinde yer alan asbest, arsenikle işlem görmüş ahşaplar, alçıtaşı ve organik kirleticiler gibi bazı kimyasal ve tehlikeli maddeler potansiyel sağlık riskleri oluşturmaktadır.

Afet olaylarından sonra geriye dönük olarak ortaya çıkan enkaz miktarını ölçen birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar, hem afet atık tahmin yöntemlerinin iyileştirilmesi hem de enkaz yönetiminin planlamasına, hazırlığına ve müdahaleye yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirilmiştir (Brown vd. 2011). Bu tür çalışmaların çoğu Japonya'da yapılmaktadır. Hirayama vd. (2009) tarafından ev başına ya da birim zemin alanı başına enkaz hacmini/ağırlığını tahmin etmeye yönelik gerçekleştirilen çalışmalar bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Ulucan ve Alyamac (2022) tarafından yapılmış olan başka bir çalışmada da 24 Ocak 2020 Elazığ-Sivrice depremi sonrasında kontrollü olarak yıkılan binalardan çıkan geri dönüştürülmüş beton agregaları kullanılarak üretilen betonların mekanik, çevresel ve ekonomik özellikleri incelenmiştir.

Yukarıda da bahsedildiği üzere afetler sonrası oluşan İYA'nın çevresel etkisi değerlendirilerek inşaat mühendisliğinin özellikle geoteknik mühendisliğinin farklı uygulama alanlarında yeniden kullanımını inceleyen birçok çalışma mevcuttur (Abbaspour vd 2018, Soleimanbeigi vd 2019, Houlihan vd 2021, Sariahmetoğlu vd. 2021). Yapılan çalışmalar sonucunda inşaat yıkım atıklarının büyük bir bölümünü oluşturan geri dönüştürülmüş beton agregasının, mekanik açıdan doğal agrega ile benzer özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Ancak söz konusu malzemenin bir atık malzeme olması sebebiyle, malzemenin çevresel davranışının bölgesel

olarak değişebileceği, bu sebepten ötürü laboratuvar ve mümkünse arazi deneyleriyle bu özelliklerin kullanım öncesi belirlenmesi tavsiye edilmiştir.

Deprem sonucu yıkılan / hasar gören binaların oluşturduğu İYA büyük hacimlerde olup, genelde kontrolsüz biçimde uygun sahalarda depolanmaktadır. Ancak bu binaların enkazlarının kaldırılması esnasında zaman kısıtından ötürü ayrıştırma işlemi yapılamamakta, bu sebeple yığınlar son derece heterojen bir bileşime sahip olmaktadır. Bu çalışmada da 06.02.2022 tarihinde Maraş merkezli yaşanmış olan ve 11 ilimizi etkileyen depremler sonrası oluşmuş olan İYA'na yönelik tehlike - risk değerlendirmesi yapılmış, atıkların özellikle geoteknik mühendisliği uygulamalarında tekrar kullanılabilmesi için riskleri kabul edilebilir seviyeye indirilmesinin öneminden bahsedilmiştir.

2. DEPREM AFETİ SONRASI OLUŞAN İYA TANIMI VE İÇERİKLERİ

İnşaat – yıkıntı atıkları; 2004 yılında yayımlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde "İnşaat atıkları ve yıkıntı atıkları" şeklinde adlandırılmıştır. Yönetmeliğe göre inşaat atıkları; "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 tamirata, 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 kayalar, 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 içermektedir (Demir, 2009).

2.1. Deprem Sonrası Oluşan İYA'lardaki Tehlikeler

Yıkım atıkları çoğu ülkenin endüstriyel atıklarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır ve bu atıkların çoğu inerttir (beton, tuğla, kum ve çakıl). Bununla birlikte, bu katı atıkların küçük bir kısmı, kurşun bazlı boya, flüoresan lambalar, işlenmiş ahşap ve asbest gibi insan sağlığına ve çevreye zararlı kimyasallar içerir. Bu bileşenler, yıkım işçileri için sağlık risklerine neden olabilir, inert atıkların geri kazanımını sınırlayabilir ve bu atıkların korumasız depolama alanlarına atılması durumunda çevresel risklere neden olabilir. Bu tehlikeli atıklar, yıkım atıklarının çok küçük bir kütleli fraksiyonunu temsil etmektedir, ancak bunlar çevre için başlıca risktir. Avrupa yönetmeliğine göre, bu bileşenler geçirimsiz tabaka oluşturulmayan (astarsız) depolama alanlarında yasaklanmıştır ve tehlikeli atıklar olarak yönetilmektedir.

Bina tipine ve yapım yılına göre binaların içerdiği malzeme türleri farklılık göstermektedir ve bu malzemelerin bazıları tehlikeli bileşenler içerebilir. Bu tehlikeli atıklar Avrupa mevzuatında (Avrupa atık listesi, 3 Mayıs 2000 tarihli Komisyon Kararı) ve Türkiye Tehlikeli Atık Yönetmeliği'nde belirtilmiştir.

Tablo 1'de binaların yıkılması sırasında oluşan başlıca tehlikeli atıklar ve bu atıkların içerdiği tehlikeli maddeler özetlenmektedir.

Tablo 1: İnşaat – yıkıntı atıklarında bulunma ihtimali olan tehlikeli maddeler

Tehlikeli Atık	Atıkta bulunan tehlikeli maddeler
Asbest	asbest
Floresan lambalar	Cıva
İşlenmiş ahşap malzemeler	Arsenik, krom, pentaklorofenol, kreozot, lindan,
Kurşun bazlı boya	Kurşun
Kurşun borular	Kurşun
Bitümlü yüzey kaplama	PAH
Baca kurumu	PAH
Çıkış işaretlerinden piller, acil durum ışıkları vb.	Kurşun, kadmiyum
Klima, Derz ve sızdırmazlık PCB'si	Hidrokloroflorokarbon

İYA'daki en önemli tehlikeli madde asbesttir ve insan sağlığına olumsuz etkisi çok fazladır. Asbest içeren malzemeler (Asbestos Containing Materials - ACM), 1990'lı yıllara kadar inşaatlarda yaygın olarak kullanılmakta iken, asbestin kanserojen etkileri kabul edildikten sonra dünya çapında birçok ülkede kullanımı yasaklanmıştır.

2.2. Deprem Sonrası Oluşan İYA'ların Riski

Bina yapımında kullanılan malzemelerin içerdikleri tehlikeli madde türlerine göre yıkım sonrası oluşan atıklar insan sağlığı ve çevre kirliliği bakımından çok ciddi riskler oluşturmaktadır. Deprem sonrasında oluşan atıklardaki tehlikeli maddeler insan ve çevre sağlığı açısından büyük risk oluşturabilmektedir. Bunlar arasında inşaat atıkları içerisinde asbestin bulunup bulunmadığı özenle değerlendirilmelidir. Ülkemizde 2010 yılından sonra asbest kullanımının yasaklandığı düşünülürse, depremler sonrasında oluşan İYA'larda asbest bulunma riskinin oldukça fazla olduğu öngörülmektedir.

Asbest akciğer kanserine, mezotelyoma, gırtlak ve yumurtalık kanserine ve asbestoza (akciğer fibrozisi) neden olmaktadır. İnsan maruziyeti havadaki liflerin solunması yoluyla gerçekleşmektedir (Bloise vd, 2020).

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 vd., 2018).

Ayrıca İYA'da bulunma ihtimali olan Tablo 1' de verilen tehlikeli maddelerin sızıntı suyu ile toprağı ve yer altı sularını kirlenme riski çok yüksektir. Şekil 1'de de İYA' dan kaynaklı oluşabilecek risk faktörleri özetlenmiştir.



Şekil 1. İnşaat – yıkıntı atıklarında bulunan risk faktörleri

2.3. Deprem Sonrası Oluşan İYA'ların Geoteknik Mühendisliği Uygulamalarında Kullanılabilmesi için Yönetimi

Deprem sonrası geçici depolama alanlarına taşınan İYA'nın sürdürülebilir atık yönetimi kapsamında geoteknik mühendisliği uygulamalarında tekrar kullanılabilmesinin değerlendirilebilmesi için kullanım amacına yönelik kimyasal içeriğinin, mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerekli fiziksel, kimyasal ve mekanik deneylerinin yapılması gerekmektedir. İçeriği ve mekanik özellikleri tayin edilen inşaat – yıkım atıkları inşaatlarda dolgu malzemesi olarak, kaldırım yapımında veya yollarda temel / alttemel malzemesi olarak kullanılabilir. Örneğin, 2012 yılında İtalya'da meydana gelen 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). 2015 Nepal Gorkha 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 vd., 2019). Son yıllardaki yapılan çalışmalarda, çevresel etki değerlendirmelere göre, deprem gibi afetlerden sonra oluşan İYA'ların yerinde artılmasının en iyi seçenek olduğu ortaya konulmuştur (Amato vd., 2019).

3. 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE OLUŞAN İYA VE GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye'de 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler sonrasında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) tarafından toplam 13 ilde yürütülen hasar tespit çalışmaları kapsamında 16 Şubat 2023 itibarıyla 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). Öte yandan Xiao

vd. (2023) Kahramanmaraş depremleri sonucunda, 350 ila 580 milyon ton arasında yıkım atığının oluştuğunu hesaplamıştır. Tablo 2’de Kahramanmaraş depremleri sonucu oluşan ortalama atık miktarı verilmiştir (Brown vd., 2011; Hernández-Padilla ve Angles, 2021; Öztürk, 2023).

Tablo 2: 11 il için ortalama kütleli İYA dağılımı.

İL	Yaklaşık kütleli atık miktarı (ton) (Temelli 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

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 belirlenmiştir. Deprem sonrası oluşan yıkım atığının çevresel etkilerini sınırlandırmak, sürdürülebilir atık yönetimi kapsamında her bir uygulamasında tonlarca agrega kullanılan geoteknik mühendisliği uygulamalarında kullanılabilir malzeme olarak döngüye katılmasını sağlamak çok önemlidir. Bu nedenle deprem bölgesindeki geoteknik mühendisliği uygulamalarında gerekli olan doğal agrega yerine bölgede mevcut olan İYA’nın çevresel etkisi ve mühendislik özellikleri belirlenerek geoteknik mühendisliği uygulamalarında agrega yerine kullanımının sağlanması hem sürdürülebilir atık yönetimi hem de sürdürülebilir geoteknik mühendisliği açısından çok önemlidir.

KAYNAKLAR

- Abbaspour, A., Tanyu, B.F., Aydılek, A.H., and Dayioglu, A.Y.. (2018). Methodology to evaluate hydraulic compatibility of nonwoven geotextile and recycled concrete aggregate in underdrain systems, *Geosynthetics International*, 25 (1), 67-84.
- Antić, K. Đ., Turk Sekulić, M., Sremački, M., Stošić, M., & Radonić, J. (2021). Identification of Banned Pesticide Residues in Municipal Solid Waste Landfills Leachate from Vojvodina Region. In 21st European Meeting on Environmental Chemistry, EMEC21-Book of Abstracts, November 30–December 3, 2021 Novi Sad, Serbia (pp. 122-122). Belgrade: Serbian Chemical Society.
- 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.
- Bloise, A., Ricchiuti, C., Punturo, R., & Pereira, D. (2020). Potentially toxic elements (PTEs) associated with asbestos chrysotile, tremolite and actinolite in the Calabria region (Italy). *Chemical Geology*, 558, 119896.

- Brown, C., Milke, M., and Seville, E. (2011). Disaster waste management: A review article. *Waste Management*, 31, 1085-1098.
- Cannarito, V. ve Villani, B. (2013). La gestione dei rifiuti in Emilia-Romagna, Bologna.
- Demir, İ. (2009). İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi. *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2009-02, 105-114.
- Ergünay O., (2009), Afet Yönetimi: Genel İlkeler, Tanımlar, Kavramlar, DSİ, Ankara, ss.49.
- Hernández-Padilla, F.; Angles, M. (2021). Earthquake Waste Management, Is It Possible in Developing Countries? Case Study: 2017 Mexico City Seism. *Sustainability*,13, 2431.
- Houlihan, M., Bilgen, G., Dayioğlu, A., and Aydilek, A.H. (2021). "Geoenvironmental Evaluation of RCA-Stabilized Dredged Marine Sediments as Embankment Material", *Journal of Materials in Civil Engineering*, ASCE, Vol. 33, No. 1, 04020435.
- 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&sourceXmlSearch=hafriyat> [Erişim 11 Mayıs 2023].
- İTÜ (2023). 6 Şubat 2023 04.17 Mw Kahramanmaraş (Pazarcık, Türkoğlu), Hatay (Kırıkhan), ve 13.24 Mw7.7. Kahramanmaraş (Elbistan/Nurhak-Çardak) Depremleri Tespit Raporu.
- Kadioğlu M., (2008), Modern, Bütünleşik Afet Yönetimin Temel İlkeleri; JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara, s. 1-34.
- 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).
- Öztürk M., (2017), Afetlerde atık yönetimi mekanizması, <http://tucev.org/dosyalar/files/afetlerde-atik-yonetimi.pdf>, [Erişim 12 Temmuz 2018].
- 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.
- Sariahmetoğlu, A. B., İyisan, R., Dayioğlu, A. Y., Hatipoğlu, M. (2021). Geri kazanılmış asfalt malzemenin uzun süreli filtrasyon performansı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(6), 683-695.
- Soleimanbeigi, A., Tanyu, B.F., Aydilek, A.H., Florio, P., Abbaspour, A., and Dayioğlu, A.Y. (2019). "Evaluation of Recycled Concrete Aggregate as Backfill for Geosynthetic-Reinforced MSE Walls", *Geosynthetics International*, 26(4), pp. 396-412
- 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.
- Xiao, J., Deng, Q., Hou, M., Shen, J., & Gencel, O. (2023). Where are demolition wastes going: reflection and analysis of the February 6, 2023 earthquake disaster in Turkey. *Low-carbon Materials and Green Construction*, 1(1), 17.