

Mevcut Yapıların Yıkım-Söküm Süreçlerinde Ortaya Çıkan Risklerin Azaltılması: Bir Model Önerisi

Merve Anaç¹

Öz

Yapıların yaşam döngüsü, hammadde çıkarımından başlayarak üretim, kullanım, bakım, yıkım ve yıkım sonrası süreçleri kapsamaktadır. Ancak yapıların yıkım-söküm aşamasına yönelik çalışmalar sınırlıdır. Yapıların yıkımı, kentsel dönüşüm, gereksinimlerin karşılanamaması, hasar veya doğa kaynaklı afetler gibi nedenlerle gerçekleşebilir. İnşaat atıklarının bir kısmı geri dönüştürülebilirken, bazıları toksik maddeler içererek çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle yıkım-söküm süreçlerinde atıkların azaltılması ve sürdürülebilirlik etkilerinin ele alınması gereklidir. Bu çalışma, yapıların yıkım-söküm süreçlerinde insan sağlığı ile ilişkili risklerin azaltılmasına yönelik bir model önerisi sunmaktadır. İlk olarak, yıkım-söküm gereklilikleri ve bu süreç boyunca ortaya çıkan malzemelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Son olarak, bu atıklardan korunma veya kaçınma süreçleri için bir model önerilmiştir. Önerilen model, yıkım-söküm çalışmalarının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmayı ve insan sağlığını koruma açısından farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır. Model, yıkım öncesi ve sonrası güvenlik bölgelerinin oluşturulması, tehlikeli gazların kontrolü, gürültü ve titreşimin azaltılması gibi önlemleri içermektedir. Ayrıca asbest, eriyonit, PCB (Poliklorlu Bifeniller) ve kurşun kökenli boyalar gibi tehlikeli atıkların yönetimi için spesifik önlemler sunulmuştur. Bu yaklaşım, yapı yıkım-söküm süreçlerinin sürdürülebilir ve insan sağlığına duyarlı bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Atık Oluşumu Riskinin Azaltılması, İnşaat Atıkları, İnşaat Atığı-Sağlık İlişkisi, Yapı Yıkım-Söküm

Model Proposal for Reducing Risks Arising in Demolition-Dismantling Processes of Existing Buildings

Abstract

The life cycle of buildings includes production, utilisation, maintenance, demolition and post-demolition processes starting from raw material extraction. However, studies on the demolition-dismantling phase of buildings are limited. Demolition of buildings may occur due to reasons such as urban transformation, failure to meet the requirements, damage, or natural disasters. While some of the construction wastes can be recycled, some of them contain toxic substances and have negative effects on the environment and human health. Therefore, waste minimisation and sustainability impacts should be addressed in demolition-dismantling processes. This study presents a model proposal for reducing the risks associated

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Mimarlık Bölümü, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep
e-posta/email: merve.anac@hku.edu.tr ORCID No: 0000-0003-0281-2646

with human health in demolition- dismantling processes of buildings. Firstly, the demolition-demolition requirements and the human health impacts of the materials generated during this process are evaluated. Finally, a model is proposed for the protection or avoidance of these wastes. The proposed model aims to reduce the negative impacts of demolition-dismantling works on human health and to raise awareness in terms of human health protection. The model includes measures such as the establishment of safety zones before and after demolition, control of hazardous gases, reduction of noise, and vibration. Specific measures are also presented for the management of hazardous wastes such as asbestos, erionite, PCBs and lead-based paints. This approach will contribute to the sustainable and human health sensitive management of building demolition-dismantling processes.

Keywords: Building Demolition-Dismantling, Construction Waste, Construction Waste-Health Relationship, Reduction of Waste Risk

1. GİRİŞ

Yapı üretiminde yaşam döngüsü, hammadde çıkarımından başlamakta, yapının üretimini, kullanımını, bakımını, yıkımını ve yıkım sonrasındaki süreçlerini kapsamaktadır (Al-Huthaifi ve Altan, 2021). Yapıların yaşam döngüsü sürecinde yeni yapı üretim aşamasına yönelik birçok yenilikçi çalışma olmasına rağmen, yıkım-söküm aşamasına yönelik yapılan çalışma oldukça kısıtlıdır. Yapıların; kentsel dönüşüm, gereksinimleri karşılayamaması, hasar görmüş olması gibi nedenlerden dolayı yıkımı- sökümü yapılabilir. Buna ek olarak sel, deprem ve kasırga gibi çevresel felaketler de inşaat ve geliştirme atıklarının önemli miktarda birikmesine sebep olmaktadır. (Attia vd., 2021). Genel olarak inşaat atık malzemeleri alçı levha, kayalar, asbest, metaller, duvarcılık, kum, asfalt, ahşap ve karton gibi çeşitli öğeleri kapsamaktadır (Fonseca vd., 2021).

Küresel ölçekte inşaat atıkları, üretilen toplam katı atığın %30'undan fazlasını oluşturmaktadır (Ginga vd., 2020). Yapısal atıklar yapım, onarım, yıkım-söküm ve alan atıkları olarak sınıflandırılabilir (Ustaoglu, 2014). Bu sınıflandırma içerisinde en fazla atık üretimi yapı yıkım-söküm süreçlerinde oluşmaktadır. İnşaat atık malzemelerinin yaklaşık %70'i geri dönüştürülebilir (Puskás vd., 2014). Ancak bazıları hem insanlar hem de çevre üzerinde zararlı etkileri olan toksik maddeler içerir; bu da yıkım-söküm de meydana gelen atığın azaltılması ve bunun sürdürülebilir çevresel etkilerinin ele alınması ihtiyacını vurgulamaktadır (Chen vd., 2021; Gumusburun vd., 2024). Binaların yıkım-sökümünden meydana gelen yapısal atıklar çevre ile doğrudan ya da dolaylı olarak etkileşim içindedirler (Ustaoglu, 2014). Yapısal atıkların bilinçsiz, denetimsiz ve yönetimsiz bir şekilde doğaya gelişigüzel bir biçimde terk edilmesi, doğal çevrede biriktirilmesine neden olmaktadır (Anaç vd., 2024).

Bina yıkımından kaynaklanan atıkların yönetimi, depolama kapasitesindeki kısıtlamalar, su kirliliği, artan enerji kullanımı ve zararlı gazların salınımı nedeniyle sürdürülebilir kentsel kalkınmanın önünde önemli bir engel teşkil etmektedir (Ding vd., 2021). Yapı yıkım-söküm çalışmalarının denetimsiz bir şekilde yürütülmesi ortaya çıkan tehlikeli atıkların denetim altına alınmaması çevreyi ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Önlem alınabilmesi için öncelikle yıkım-sökümü yapılacak olan yapıların bir "SORUN" olarak görülmesi, bu soruna çevreye ve insana olumsuz etkilerde bulunmadan bir "ÇÖZÜM" geliştirilmesi ve bu çözümün uygun koşullarda "UYGULAMA" ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Ustaoglu, 2014).

Bu çalışma kapsamında yapıların yıkım-sökümü ve sonrası için insan sağlığı ile ilişkili süreçler değerlendirilmiştir. Çalışmada öncelikle yıkım-söküm gereklilikleri ortaya konulmuş, ardından yıkım-söküm sürecinde ortaya çıkabilecek zararlı maddeler incelenmiştir. Yıkım-söküm

sırasında ortaya çıkan malzemelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Son olarak bu atık malzemelerin oluşumunun azaltılması (minimize edilmesi), önlenmesi ve yönetilmesine yönelik izlenecek süreçler için bir model önerilmiştir.

Literatürde atık ve atık yönetimine dair bir çok çalışma bulunmaktadır; bunlar genellikle atıkların ekonomi etkisini (Hentges vd., 2022; Low vd., 2020; Luttenberger, 2020), yönetimini (Alemayehu vd., 2021; Idowu vd., 2021; Lu ve Yuan, 2010; Wu vd., 2022), çevresel etkilerini (Aslam vd., 2020; Ismaeel ve Kassim, 2023; Negash vd., 2021) incelemiştir. Bu çalışma yıkım-sökümde oluşabilecek atıkların insan sağlığı üzerine etkilerini incelemesi bakımından özgündür. Ayrıca çalışma yıkım-söküm çalışmaları sırasında çevre ve insan sağlığında olumsuz etkilere yol açmadan önlenmesi için farkındalık oluşturulması bakımında önemlidir. Çalışma Türk inşaat sektöründe yıkım-söküm sırasında oluşabilecek olumsuz etkilerin azaltılması veya yok edilmesi bakımında bir model önerisi sunarak hem inşaat sektörü hem de insan sağlığı bakımından literatüre önemli katkılar sunacaktır.

2. YIKIM-SÖKÜM

Türk Dil kurumuna göre “Yıkım: Kurulu bir şeyi parçalayarak dağıtma; bozma, tahrip etme işlemi”, “Söküm: Bir şeyi bulunduğu yerden kuvvet kullanarak ya da gevşeterek çıkarmak, çekip ayırma ya da kurulmuş bir şeyi parçalarına ayırma işlemi” olarak tanımlanmaktadır.

Yapılar yaşam süreçleri boyunca içinde yaşamlarını sürdüren insan ve diğer canlıların ihtiyaçları, eylemleri ve etkinlikleri etkisi ile yapıların değişim ihtiyaçları ortaya çıkar. Bu ihtiyaçlar, bakım, onarım, yenileme ve güçlendirme çalışmaları ile giderilir. Bu süreçler yapının tamamen yıkılmasından daha sürdürülebilir ve etkili bir yöntemdir. Ancak bu süreçlerde dahi yapı atığının çıktığı göz ardı edilemez düzeydedir (Thomsen vd., 2011). Çıkacak atık miktarını minimuma indirebilmek, çevre ve insan sağlığına en az zarar için gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler bu konuda hassas davranmakta ve binaların yıkımından ziyade sökümü tercih edilmektedir (Ustaoglu ve Limoncu, 2019). Mevcut yapıların müdahale süreçlerinde durum analizlerinin yapılması, detaylı analiz ve sentezler sonucunda değerlendirilme yapılması ve ardından karar verilmesi gerekmektedir (Ustaoglu ve Limoncu, 2019). Tüm bunlara ek olarak yıkım ya da söküm öncesinde mutlaka güvenli çalışma ortamının sağlanması için mimari ve mekânsal durumunun değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Yapılacak müdahaleler yapının termal konfor, enerji kullanımı ve kullanıcı ihtiyaçlarını tam olarak karşılamalıdır (Jagarajan vd., 2017). Aksi takdirde yapı kullanılamaz, atıl durumda kalır ve dolayısıyla yıkım sürecinin hızlanmasına neden olur. Ayrıca müdahalelerin yapı statğine zarar vermeyecek düzeyde olduğundan emin olmak gereklidir.

15 Aralık 2012 tarihinde 28498 sayılı Resmî Gazete ile yürürlüğe giren “6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun” ile Türkiye’de, riskli yapıların yıkılması ve Kentsel Dönüşüm projeleri yapılması önerilmiştir. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012). Bu durum yapısal atık miktarında ciddi artışa sebep olmuştur. Ayrıca depremler, yangınlar, seller gibi birçok doğa kaynaklı afetlerin yapıların yıkılmasında ve sonuçta inşaat ve yıkıntı atığının oluşmasında katkısı vardır.

Bir yapının yıkım kararının alınmasının sebepleri;

- Yapı servis gereklerini yerine getirememesi, yani servis ömrünü tamamlaması,
- Yapının yapıldığı tarihte yürürlükte olan yönetmeliğin yapım kriterlerini karşılayamıyor olmaları,

- Yapının ruhsatsız veya kaçak yapı sınıfında bulunması,
 - Yapının imar planına aykırı olması,
 - Yapının riskli durumda olması,
 - Yapının çevresel sorunlara veya sağlık sorunlarına neden olması,
 - Yapının kişisel istekler doğrultusunda bulundukları yıkım talepleri,
- olarak sıralanabilir (Akbaş ve Çalışkan, 2024).

Tüm bunlara ek olarak 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri ile birlikte yıkılan binaların atıkları için demirler yeniden kullanılmak üzere toplanılmıştır ancak molozlar için imha veya yeniden kullanım çalışmaları henüz yeterli düzeyde olmadığı gözlemlenmiştir (Doğdu ve Alkan, 2023; Kaplan ve Soyluk, 2023). Deprem sonrası birçok şehirde mevcut yapıların risk durumları olası depremlere göre değerlendirilmiş ve riskli yapıların, dere yataklarına yapılan yapıların ve servis ömrü tamamlanan yapıların yıkılmasına yönelik Türkiye Afet Müdahale Planı kararları uygulanmıştır (AFAD, 2022). Ancak yıkılan yapıların atıklarının çevreye vereceği zararların bertaraf edilmesine yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

3. YIKIM-SÖKÜM SIRASINDA ORTAYA ÇIKABİLECEK SAĞLIĞA ZARAR VEREN ETMENLER

Çeşitli sebeplerden dolayı yapının yıkımına karar verildikten sonra yıkım sırasında meydana gelebilecek olumsuz durumların giderilmesi ve yıkım sonrasında açığa çıkan atıkların bertaraf edilebilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle yıkım süreçlerinin planlanması ve açığa çıkan atıkların özelliklerinin tam olarak bilinmesi gereklidir. Böylelikle ortaya çıkabilecek zarar verici etmenlerin minimum düzeyde tutulması sağlanabilir. Yapıların yıkımı 1 Temmuz 2022 tarihinde Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından yürürlüğe giren “Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik” (BYHY)’e göre yapılmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2022). Ancak mal sahiplerinin veya müteahhitlerin izin almadan binaların yıkımına gittiği araştırmalar sonucu anlaşılmıştır (Ustaoglu, 2014).

Bina yıkım-söküm işlemleri sırasında sağlığa zarar veren çeşitli etmenler meydana gelmektedir. Bunlar;

- Toz oluşumu (Mogan ve Güngör, 2023),
- Tehlikeli gazlar (Küçükönder, 2021),
- Gürültü ve hava şoku oluşumu (Ustaoglu, 2014),
- Zemin titreşimi oluşumu (Koca, 2006),
- Fırlayan Yapı Parçalarının oluşumu (Koca, 2006) olarak sıralanabilir.

3.1. Toz Oluşumu

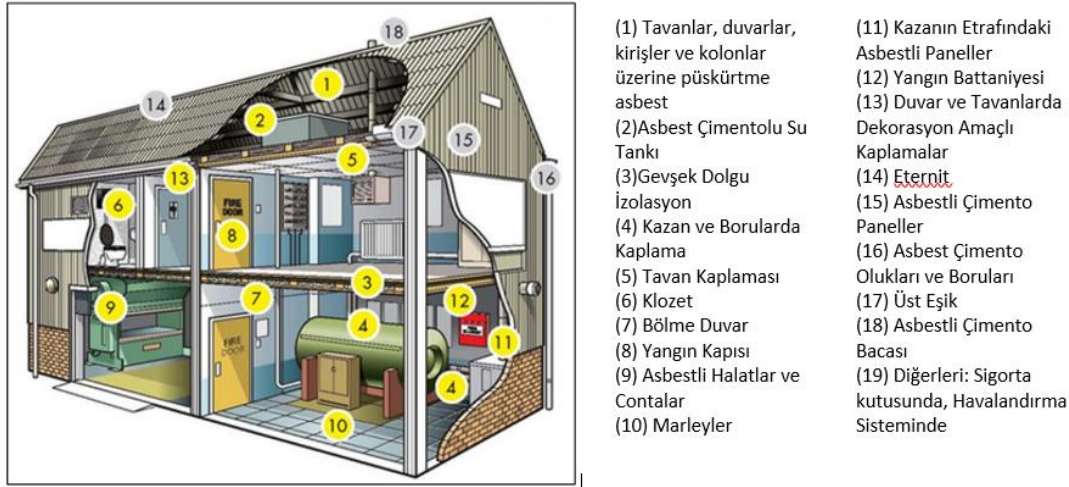
Yapı üretim esnasında kullanılan maddeler, sökümü ve yıkımları sırasında toz ve tehlikeli atıkların oluşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, atık taşımacılığı ve istifleme esnasında oluşan toz, kum tozu ve diğer sorunlar da ciddi çevre kirliliğine neden olur. Uzun yıllardır, inşaat sektöründen kaynaklı toz kirliliğinin artması üzerine yurt içinde ve yurt dışında çeşitli araştırmalar yürütülmektedir; buna bina inşaatı için toz emisyon faktörlerinin araştırılması da dahildir (Muleski vd., 2005; Toropov vd., 2018). Toz, insan sağlığı için tehlikeli olabilir ve çevresel kirliliğe neden olma olasılığı yüksektir, bu da çevredeki ortamın bozulmasına yol açar. Çalışmalar, hava kirliliğinin iki türe ayrılabilceğini göstermiştir: gaz kirliliği ve partikül kirliliği. Çapı 10 µm'den küçük olan partiküllere solunabilir partiküller (PM10) denir ve insan sağlığına oldukça zararlıdır (Liu vd., 2019). Bu partiküller doğrudan insanların ve hayvanların akciğerlerine nüfus eder ve etkileri uzun süreli görünür.

13 Ekim 2021 tarihli resmi gazetede Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelikle, yıkım faaliyetleri sırasında oluşacak toz emisyonunun kontrolü için TS 13883 Toz Bastırma Sistemleri-mekanik özellikleri standartlarına uygun olarak faaliyet yürütülmesi zorunlu tutulmuştur. Ancak TS 13883 standardı 2 Aralık 2021 tarihinde iptal edilmiştir. Yine binaların yıkılması hakkındaki yönetmelikte toz emisyonunun azaltılması için yıkım tekniğine ve kullanılacak ekipmana uygun koruyucu iskele kurulmasını, yırtılmaz ve tutucu özelliğe sahip file ve benzer malzemeler ile yıkım yapılacak binaların dış cephesinin koruma altına alınması gerektiği önerilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021). Ancak belirtilen bu öneriler toz oluşumunun insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması için yeterli değildir.

2000'li yılların öncesinde yapı üretiminde asbest, erionit, poliklorlu bifeniller, kurşun kökenli boyalar vb. gibi maddeler yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Kuloğlu Genç ve Mercan, 2024). Bu maddeler astım, ciltte kızarıklık, alerji, akciğerler, burun ve diğer solunum organlarında tahrişe neden olmaktadır (Shankar vd., 2024) .

3.1.1. Asbest

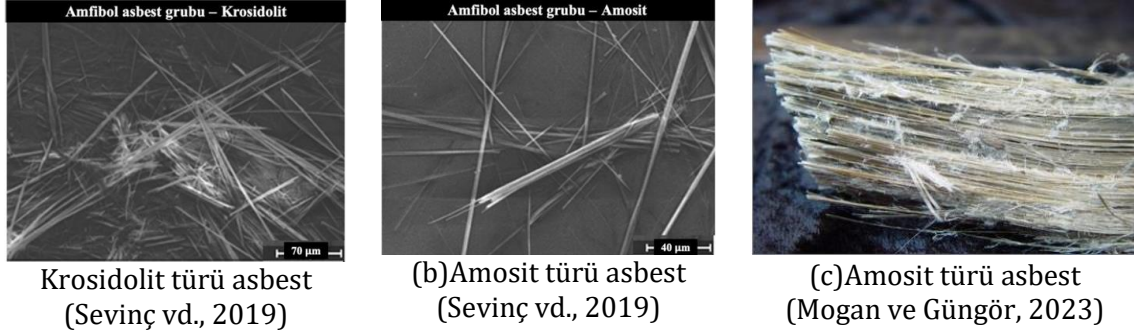
Antik Yunan Uygarlığı'nda "yanmaz" anlamındaki asbestos kelimesinden türeyen asbest, kimyasal maddelere karşı dayanımı yüksek, esnek ve ısı iletimi düşük bir madde olmasından dolayı endüstriyel alanlarda kullanılmıştır. Belirtilen avantajlarından dolayı inşaat sektöründe de yaygın kullanımı görülmektedir. Asbestin başlıca kullanım alanları; yalıtım, yangın koruma elemanları, su boruları, yapı iskeleti ve çatı kaplama olarak sıralanabilir (Taşbaşı vd., 2017). Tüm bunlara ek olarak Şekil 1'de de görüldüğü üzere yapının birçok alanında asbest kullanılmaktadır.



Şekil 1. Yapıda asbest kullanım alanları (Sevinç vd., 2019)

Dünyada asbest kullanımı 20.yüzyılın ikinci yarısına kadar en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ancak sonrasında asbest kullanımına bağlı olarak hastalıkların ve buna bağlı ölümlerin ortaya çıkması ile birlikte 1976'da yayınlanan Avrupa Birliği Direktifi ile asbest kullanımına kısıtlama getirilmiştir (Altıntop ve Uraz, 2020). 2003 yılında ise Avrupa Birliği, çalışanların asbest liflerine maruz kalabileceği tüm faaliyetleri yasaklamıştır. Türk inşaat sektöründe ise 2000'li yılların başlarında asbest kullanımı en üst düzeye ulaşmıştır. 2003 yılında asbest kullanımına sınırlama getirilmiş, 2013 yılında tamamen yasaklanmıştır (Kurt ve Yıldırım, 2016). Ancak 2013 yılına kadar üretilen yapıların neredeyse tamamında asbest mevcuttur. Bu durum mevcut yapıların onarımında, yıkım ve sökümünde asbeste maruz kalma riskini yeniden gündeme getirir.

Asbest yasaklanan bir yapı ürünü olmasına rağmen mevcut yapılarda varlığını sürdürür ve gözle görülmeyen lifsi toz yapısıyla, solunduğunda akciğerde birikir. Şekil 2 de görüldüğü üzere pürüzlü, çengelli ve sert yapısı nedeniyle akciğerde doku zedelenmesine neden olur (Güneş vd., 2017). Çalışma süresine bağlı olarak yoğun toza maruz kalma durumunda, asbest lifine maruziyet bitmiş olsa bile yıllar sonra asbeste bağlı mesleki hastalıklar görülebilir (Toropov vd., 2018). Doğada lifli halde bulunan asbest hafiftir ve havada uçuşarak uzak mesafelere taşınabilir. Havaya karışan asbest lifleri solunum yoluyla akciğerlere ulaşması durumunda çeşitli sağlık sorunlarının oluşmasına neden olmaktadır. Deriden emilim yoluyla vücuda alınması zor olsa da sindirim yoluyla vücuda kolayca alınabilir (Taygun, 2016).



Şekil 2. Asbest malzemenin mikroskopik görünümü

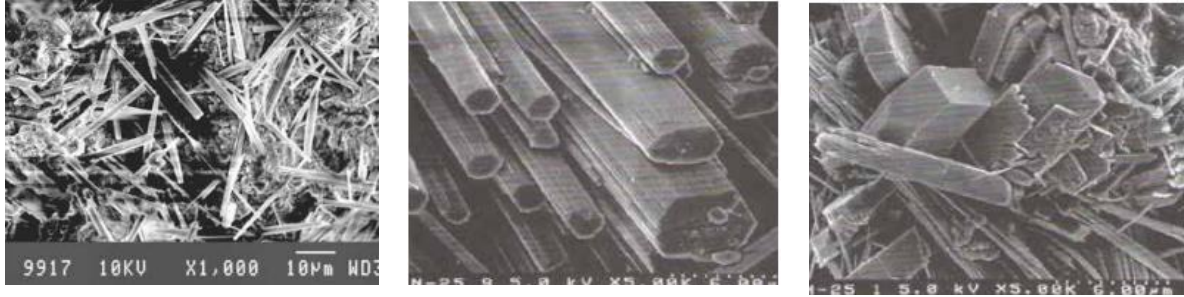
Asbestin sebep olduğu akciğer kanseri ve akciğerin iflasına yol açan asbestosis hastalığında belirtiler hemen görülebileceği gibi yaklaşık 2 yıl sonra da görülebilir. Nefes darlığı, karın ve göğüste ağrı ile belirti veren akciğer zarı ve karın zarı kanseri ya da mezotelyomanın tedavisi yoktur. Plevra tümörü ise; az görülen ve daha az riskli olan akciğer zarı hastalığıdır. Bu ölümcül hastalıkların dışında asbest, akciğer zarları arasında sıvı toplanması, akciğer zarı kalınlaşması ve akciğer dokusunda bağ dokusu oluşumu, kireçlenme gibi ciddi hastalıklara da neden olabilir. Bu hastalıklarda ayrıca ciltte çeşitli derormasyonlar görülebilir (Güneş vd., 2017; Taygun, 2016; Ustaoglu ve Limoncu, 2019). Li ve ekibi yapmış olduğu çalışmada asbest madenciliği yapılan bölgelerdeki izleme sahalarının %40,6'sında kabul edilemez düzeyde riskler bulunduğunu ve atık yığınlarının en yüksek riski taşıdığını göstermektedir. Bu durum, bu bölgelerdeki asbest maruziyetiyle ilgili önemli sağlık sorunlarına işaret etmektedir." (Li vd., 2023).

Asbestin mevcut olduğu yapılarda yıkım-söküm, değişim, onarım ve yenileme işlemleri, sırasında asbest maruziyeti vardır (Salgın ve Coşgun, 2018; Taygun, 2016). Bu nedenle yıkım-söküm süresince tehlikeli durumlarının incelenmesi ve kontrollü olunması gerekmektedir. Asbestin birçok tespit yöntemi vardır. Asbest, bina yıkımı sırasında malzemelerin metilen mavisi ve eritrosin boya ile boyanması ve ardından stereomikroskop kullanılarak incelenmesi ile tespit edilebilir. Bu yöntem, asbestin net bir şekilde tespit edilmesini ve renk farklılıklarına dayalı olarak bina alt tabakasından ayırt edilmesini sağlamaktadır (Tabata vd., 2023). Asbest lifleri, bina yıkımı sırasında doğru bir şekilde tespit edilmesi ve sınıflandırılması için mikro X-ışını floresan görüntüleme teknolojisi kullanılır ve bu analiz, Temel Bileşen Analizi ve Sınıf Analizi gibi yöntemlerle desteklenir. Ayrıca, Yumuşak Bağımsız Modelleme gibi kemometrik teknikler de bu süreçte yardımcı olmaktadır (Serranti vd., 2020; Yang vd., 2020).

3.1.2.Eriyonit

İnsan sağlığına etkisi bakımından asbeste benzer özellikleri gösteren yapısal atıklardan biri de erionittir. "Eriyonit, su ve ısı yalıtımına, aşınmaya ve kimyasal maddelere karşı oldukça dayanıklı lifli özelliği olan silikat mineralidir (Şekil 3). Göstermiş olduğu bu avantajlı özelliklerden dolayı

endüstri sektöründe yoğun olarak kullanılmakla beraber yapı sektöründe de kullanılmaktadır. Eriyonit, volkanik bölgelerdeki toprakta bulunan zeolit çeşididir. Asbeste kıyasla çok daha güçlü kanserojen etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Atabey, 2015).



Şekil 3. Eriyonit mineralin mikroskobik görünümü (Atabey, 2015)

Eriyonit bilinen en güçlü kanserojen olarak kabul edilmekte olup Nevşehir’de yoğun olarak görülmüştür. Nevşehir’de bulunan birçok köy eriyonitli volkanik tuf kayaları üzerindedir (Atabey, 2015). Şekil 4’te görüldüğü üzere bölgede yapı üretiminde kullanılan doğal malzemenin içeriğinde de eriyonit minerali bulunmaktadır.



Şekil 4. Eriyonit minerali içeren yapıların görünümü (Atabey, 2015)

Erionit vücuda soluma yoluyla girer ve öksürük, nefes darlığı, kanser, vb. gibi hastalıklara neden olmaktadır (Korkmaz, 2019). Deneysel çalışmaların sonucunda erionitin “chrysotile” asbestten 300 – 800 kat “crocidolite” asbestten 100 – 500 kat daha kanserojen olduğu ortaya çıkmıştır (Atabey, 2016).

3.1.3. Poliklorlu Bifeniller (PCB)

Poliklorlu Bifeniller, binalar yalıtım malzemesi, yüzey kaplamaları, Boya-astar ve çeşitli plastik malzemelerde görünen organik klorlu bileşik malzemedir (Seyran ve Erişir, 2008). Poliklorlu Bifeniller, bilinen en kalıcı kimyasallar arasındadır. PCB kolayca buharlaşabilir ve suya karışabilir, bu nedenle atmosferde uzun süre varlığını sürdürerek kolayca yayılabilir (Çakıroğulları vd., 2009). Birçok ülkede 1970’li yıllarda kullanımı yasaklanmış, Türkiye’de ise 1973 yılında sanayide kullanımı kısıtlanmış ve 1 Ocak 1996 Tehlikeli Kimyasal Maddelere İlişkin Yönetmelik ile kullanımı tamamen yasaklanmıştır. Poliklorlu Bifeniller, yeni yapılarda kullanılmıyor olmasına rağmen bu tarihten önce yapılan yapılarda kullanılmış olmasından ötürü, yapı onarım, yıkım, söküm çalışmalarında Poliklorlu bifenillere maruziyet söz konusudur. 1996 yılı öncesi yapılarda Poliklorlu Bifeniller, çeşitli plastik malzemelerde, aydınlatma elemanlarında ve yalıtım malzemelerinde yoğun olarak görülmektedir.

Poliklorlu Bifeniller; kalıcıdır, dünya'nın her noktasına yayılım gösterebilir, yanma gazları dioksin ve furan içermektedir. Çeşitli sebeplerden ötürü PCB'e maruz kalan kişilerde akut etkiler klorakne, solunum ve nörolojik düzensizlikler, karaciğer fonksiyon bozuklukları, artan diabet hassasiyeti ve kan değerlerinde değişiklikler gözlemlenmiştir. Ayrıca PCB, cilt üzerinde lekeler, kızarıklıklara, aknelere, kan ve karaciğer rahatsızlıklarına, gastrointestinal rahatsızlıklara, depresyona, akciğerler, burun ve diğer solunum organlarında deformasyonlara neden olmaktadır (Karataş vd., 2024). Mevcut pıdemiyolojik çalışmalar ise PCB'lerin genetik mutasyon etkileri üzerinde odaklanmıştır (Çakıroğulları vd., 2009).

3.1.4. Kurşun Kökenli Boyalar

Kurşun, dünyanın kabuğunun alt katmanlarında bulunan doğal bir elementtir ve çevreye farklı yollarla girer. Benzin yakmak (kurşun maruziyetinin ilk kaynağı olarak), geri dönüştürülmüş malzemeler, toz, içme suyu, kurşun bızlı borular ve boyalar aracılığıyla canlılarla teması söz konusudur (Ranjbar vd., 2023). Boya üreticileri, boyaları daha dayanıklı hale getiren yüksek koruyucu özellikleri nedeniyle tarihsel olarak boyaya kurşun eklemişlerdir (Gilbert ve Weiss, 2006). Kurşun boyanın alt tabakalara/yüzeylere yapışmasını iyileştirir ve renk parlaklığını artırır (Lin vd., 2009) .

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, kurşun maruziyeti 2016 yılında yaklaşık yarım milyon ölüme ve 9 milyondan fazla sağlık probleminin oluşmasına neden olmuştur. Ayrıca kurşunla ilgili ölümlerin %82'sinin düşük ve orta gelirli gelişmekte olan ülkelerde meydana geldiğini duyurmuştur (O'Connor vd., 2018). Boyalarda kullanılan kurşunun özellikle çocukların kan değerleri üzerinde etkisinin olduğu birçok çalışmada ispatlanmıştır (Lin vd., 2009; Mwai vd., 2023; O'Connor vd., 2018). Kurşun maruziyetinin IQ üzerindeki toksik etkisinin geri döndürülemez olduğu ve ömür boyu devam ettiği düşünülmektedir (O'Connor vd., 2018).

Kurşun, özellikle çocuklarda, çeşitli sağlık problemlerine neden olabilecek zehirli bir metaldir. Kurşun vücut ile teması durumunda emilerek böbreklere, sinirlere, beyin ve diğer hayati organlara zarar vermektedir. Ayrıca yüksek düzeyli etkileşimlerde davranışsal sorunlara, bulantı, mide ağrısı, baş ağrısı, yorgunluk, sinirlilik vb. gibi olumsuz etkilere neden olabilir (O'Connor vd., 2018). Özellikle kurşun kökenli boya kullanılmış yapılarda tozların yıkım sırasında sürekli denetim altında tutulması gerekmektedir.

3.2. Tehlikeli Gazlar

Yıkım-sökümü yapılacak binanın doğalgaz bağlantısının kesilmesi gerekmektedir. Yıkılacak yapıda doğalgaz ve petrol tankı gibi yanıcı ve tutuşucu özelliğe sahip birimler bulunması hâlinde, güvenli gaz boşaltımı yapılmadan yıkım ve söküm yapılmamalıdır. Yapı yıkım-sökümü sırasında galvanizli çeliklerin ve yapısında yağ giderici malzeme bulunan elemanların gazlı kesimleri sırasında açığa çıkan ozon, kadmiyum, karbonmonoksit, florürler, fosgen vb. gibi toksik dumanlar ve zararlı gazlar oluşmaktadır (Ustaoglu, 2014).

Patlayıcı kullanılarak yapılan yıkım işlemlerinde patlama eylemi kimyasal bir reaksiyon olduğu için reaksiyon sonucunda çeşitli gazlar meydana gelmektedir. Patlama sonucunda ortaya çıkan gazlar; zehirsiz (toksin olmayan) gazlar; su buharı (H₂O), azot (N₂), karbondioksit (CO₂), zehirli (toksin) gazlar; nitrojen oksitler (NO, NO₂), karbon monoksit (CO), Ngl olarak gruplandırılabilir (Küçükönder, 2021). Tüm bu tehlikeli gazlar canlı sağlığına zarar vermektedir. Bu sebeple yapı yıkım-söküm süreçlerinde bu gazların zararları önlenmelidir.

3.3. Gürültü

Yapı yıkım-söküm çalışmaları sırasında gürültü ve hava şoku oluşumunda insan sağlığı için olumsuz etkileri olan faktörlerdendir. Yıkım-söküm sırasında yansıyan dalgalar çatlaklardan ve boşluklardan geçerek gürültüyü oluştururken, atmosfere geçen şok dalgaları ise sarsıntı, gürültü, hava şoku şeklinde çevrede hissedilir.

Gürültü fiziksel olarak düzensiz, fizyolojik olarak istenmeyen ses olarak tanımlanırken; hava şoku, patlama sonucu ortaya çıkan basınç dalgaları olarak tanımlanabilir (Koca, 2006). Bina yıkım-söküm çalışmaları sırasında ortaya çıkan gürültü sonucunda kalp ve dolaşım sistemi hastalıkları, akustik travma, sinirlilik ve uyku sorunları ortaya çıkar (Doğan ve Özden Çataltepe, 2018).

3.4. Zemin Titreşimi

Mevcut yapıların yıkım-sökümü sırasında titreşim oluşmakta ve zemin deforme olmaktadır. Oluşan titreşim elektrik/telefon hatları, fiber optik kablolar, vb. zarar vermektedir. Çevre binalar da zemin titreşimi dolayısıyla zarar görebilmektedir. Zemin deformasyonun önlenmesi için genellikle darbe emici özellikte olan koruyucu malzemeler, eski araba lastiklerden üretilen yutucular veya inşaat molozları yapının devrileceği alana serilir. Uzun süreli etkileşimde kalp ve sindirim sistemi hastalıkları ortaya çıkabilmektedir (Öztürk, 2016).

3.5. Fırlayan Yapı Parçalarının Oluşumu

Özellikle yapı patlatmaları sırasında oluşan en önemli etkilerden birisi fırlayan parça problemidir. Bu durum çevrede bulunanlara ve yıkım işini yapan insanlar için ciddi bir risk oluşturmaktadır. Bu yüzden çevre sakinlerine ve binalara zarar verebilecek parçaların dinamik hareketlerini kontrol altına almak gerekmektedir. Fırlayan parçaların önlenmesi için koruyucu malzemeler kullanılır (Koca, 2006).

Patlayıcının gaz çıkarma enerjisi ve kullanılan patlayıcı madde miktarı fazla ise saçılan parça miktarında artış görülmektedir. Gecikmeli patlatmalar yıkım için gerekli patlayıcı miktarını belirli periyotlarda böldüğü için parça savrulmasını azaltıcı etkisi vardır (Liu vd., 2019).

4. BULGULAR

Yapılan araştırmaya göre yapının yıkım sökümü için çeşitli koşullara ihtiyaç vardır. Yapının işlevini yerine getirememesi, mevcut standart ve yönetmeliklere göre riskli durumda olması, afetler nedeni ile kullanılamaz durumda olması veya yıkılmış olması yapının yıkım-söküm sürecini başlatır. Mevcut yapıların yıkım-sökümü sırasında meydana gelen atıkların insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri Tablo 1’de sunulmuştur. Bu etkilerin azaltılması veya yok edilmesi için Şekil 5’de yeni bir yöntem önerilmiştir.

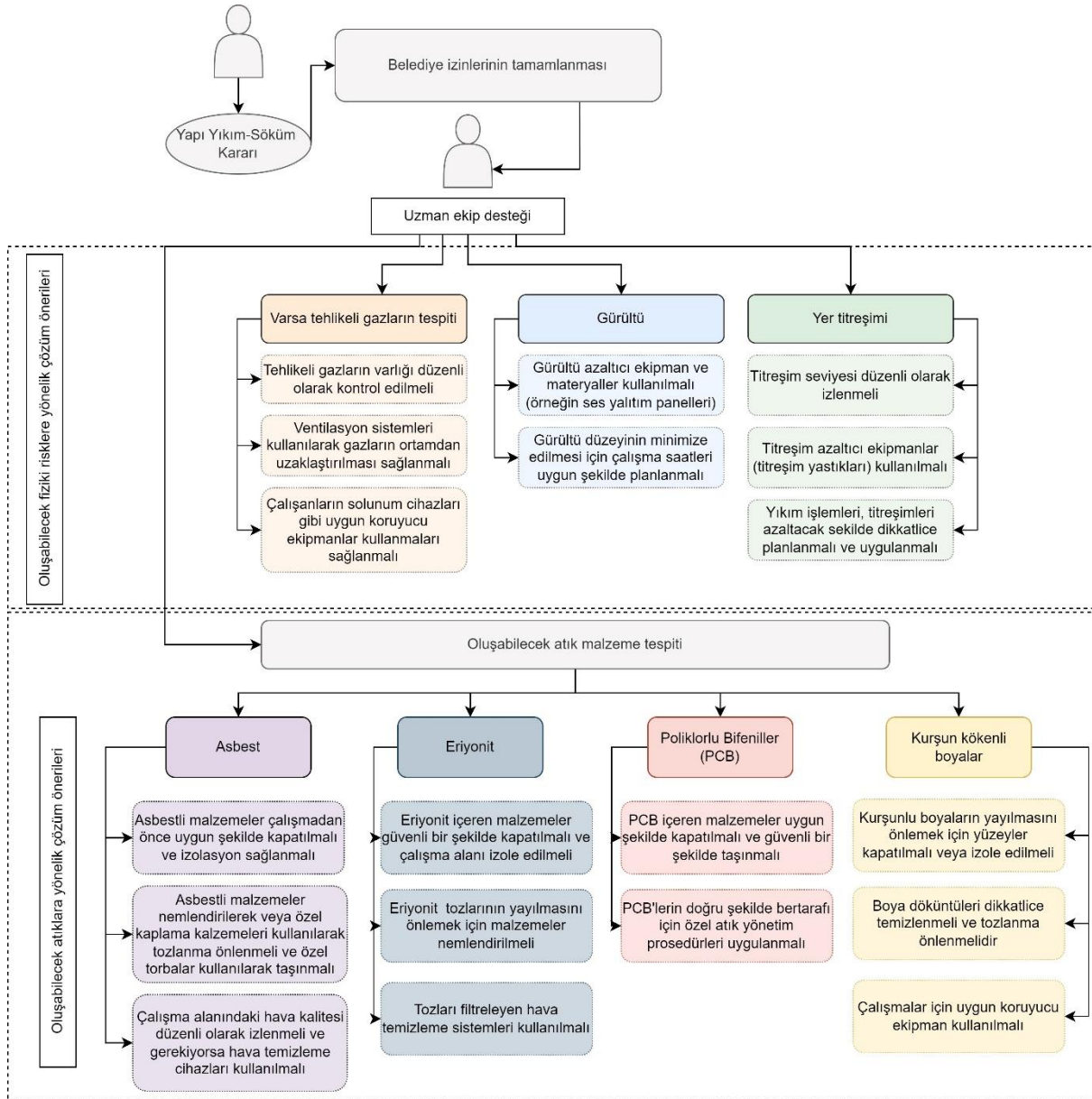
Şekil 5’de gösterildiği gibi yapı yıkım söküm kararı verildikten sonra ilgili kişi öncelikle belediyeye başvurarak yıkım için gerekli izinleri almaz. Gerekli izinler belediye tarafından verilmediği sürece yıkım söküm işlemi yapılamaz. İzinler tamamlandıktan sonra yıkım söküm işlemleri için kesinlikle uzman bir ekiple çalışılması gereklidir.

Bu çalışma kapsamında yıkım-söküm işlerinde insan sağlığı için olumsuz etkiler oluşturabilecek riskler fiziki riskler ve atık riskleri olmak üzere iki ana başlık çerçevesinde incelenmiştir. Fiziki riskler tehlikeli gazlar, gürültü ve yer titreşimi, atık riskleri ise asbest, eriyonit, Poliklorlu Bifeniller (PCB), Kurşun kökenli boyalar olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Yapı Yıkım-Söküm sırasında meydana gelen atıkların insan sağlığı üzerine etkileri

Sağlığı Bozan Etkenler		Uzun süreli etki		Kısa süreli etki		Alınabilecek Önlemler
		Biyolojik etkiler	Psikolojik etkiler	Biyolojik etkiler	Psikolojik etkiler	
Toz	Asbest	Asbestosis Mezotelyoma Plevra tümörü Akciğer kanseri (Güneş vd., 2017; Shankar vd., 2024; Taygun, 2016; Ustaoglu ve Limoncu, 2019).		Akciğer hastalıkları, nefes darlıkları karın ve göğüste ağrı (Iyalla, 2015; Salgın ve Coşgun, 2018; Taygun, 2016).		-Yapıların yıkım-sökümünden evvel asbestli ürünlerin tespit edilmesi, -İlgili yönetmeliklere uygun teknikler kullanılması, -Uzman kişilerin kontrolünde gerekli güvenlik önlemleri alınarak yıkım alanından uzaklaştırılması gerekmektedir.
	Eriyonit	Kanser, Mezotelyoma, (Atabey, 2016; Bangham, 2006)		Nefes Darlığı, Öksürük (Bangham, 2006; Korkmaz, 2019; Lee vd., 2015)		Giysi ve çalışma koşullarına, çalışma bittikten sonra uygulanması gereken temizlik ve arındırma yöntemlerine dikkat edilmelidir.
	Poliklorlu Bifeniller	Gastrointestinal rahatsızlıklara, kan ve karaciğer rahatsızlıkları (Çakıroğulları vd., 2009; Medihin Ododo ve Kelta Wabalo, 2019).	Depresyon (Karataş vd., 2024).	Cilt üzerinde kızarıklıklar, kan ve karaciğer rahatsızlıkları (Medihin Ododo ve Kelta Wabalo, 2019)		PCB içeren sıvı, katı ve macunumsu tüm maddeler, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine uygun olarak bertaraf edilmeli.
	Kurşun Kökenli Boyalar	Baş ağrısı, mide ağrısı, bulantı, yorgunluk	Davranışsal sorunlar, sinirlilik	Astım, egzama		Su kullanılarak çıkan tozun uçuşması engellenebilir Sürekli denetim altında tutulmalıdır.
Gürültü		Kalp ve dolaşım sistemi hastalıkları, akustik travma (Doğan ve Özden Çataltepe, 2018)	Sinirlilik Konsantrasyon bozukluğu	Uyku sorunları, akustik travma (Doğan ve Özden Çataltepe, 2018; Öztürk, 2016)	Konsantrasyon bozukluğu	Yıkım-söküm anında oluşan tozun, hava şokunun, gürültü ve fırlayan parçaların önlenmesi için koruyucu malzemeler kullanılmalıdır.
Zemin Titreşimi		Kalp rahatsızlıkları Sindirim sistemi hastalıkları (Öztürk, 2016)		Kalp rahatsızlıkları		Zemin deformasyonun önlenmesi için eski araba lastiklerden üretilen ve darbe emici özellikte olan koruyucu malzemeler veya inşaat molozları yapının devrileceği alana serilir.

Yıkım söküm süreçlerinde öncelikle fiziki olumsuzlukların giderilmesi kısa vadede oluşabilecek risklerin giderilmesi için önemlidir. Yapı yıkımı sırasında oluşması muhtemel çevresel zararların önlenmesi veya en aza indirilmesi yönünde yapılan çalışmaların başında yıkım öncesi ve sonrasında yıkım alanını da içine alan güvenli bölgelerinin oluşturulması işlemi gelmektedir. Bu bakış açısı ile öncelikle yıkım-söküm uzmanları tarafından tehlikeli gazlar, gürültü ve yer titreşimine yönelik önlemler alınmalıdır. Tehlikeli gazların varlığı sürekli olarak kontrol edilmeli, gaz tespit edildiyse ventilasyon sistemleri ile gazlar alandan uzaklaştırılmalı ve çalışanların solunum için koruyucu ekipmanlar ile çalışması sağlanmalıdır.



Şekil 5. Yıkım-Söküm Süreçlerinde Ortaya Çıkan Risklerin Azaltılmasına Yönelik Model Önerisi (Öztürk, 2016; Atabey, 2015; Sevinç vd., 2019; Mogan ve Güngör, 2023; Korkmaz, 2019; Çakıroğulları vd., 2009'in çalışmalarından derlenerek düzenlenmiştir.)

Yapı yıkımlarında özellikle patlatma işlemi yapılacaksa gürültünün önlenmesi için önlemler alınmalıdır. Gürültünün azaltılması için kullanılabilir yöntemler; gürültünün azaltılmasına yönelik donanım kullanımı ve çalışma saatlerinin düzenlenmesi olarak sıralanabilir. Ayrıca gök gürültülü ve şimşek üreten havalarda patlatma yöntemi ile yıkım yapılmaması istenir.

Yapı yıkım-söküm süreçlerinde yer titreşiminin azaltılması için öncelikle titreşim seviyesinin düzenli olarak kontrol edilmesi gereklidir. Titreşim seviyesinin artması durumunda titreşimi azaltacak ekipmanların (örneğin titreşim yastıkları, atık lastik vb.) kullanılması gereklidir.

Yıkım-Söküm sırasında oluşabilecek atık malzemelerin insan sağlığı üzerindeki riskleri azaltabilmesi için öncelikle maruziyetten önce oluşabilecek atıkların tespiti oldukça önemlidir. Asbest malzeme için alınacak önlemler; Asbestin çalışma öncesi kapatılması ve izolasyonun sağlanması, ardından asbestli malzemeler nemlendirilerek veya özel kaplama malzemeleri ile kaplanarak havaya karışması önlenmeli ve özel torbalara konularak taşınmasıdır. Son olarak çalışma alanındaki hava kalitesi sürekli olarak kontrol edilmelidir. Eriyonit için alınacak önlemler; eriyonit içeren malzemenin güvenli bir şekilde kapatılması ve çalışma alanının izole edilmesi, eriyonit tozlarının hava ile karışmasını ve yayılmasını önlemek için sürekli olarak nemlendirme yapılması ve tozları filtreleyen hava temizleme sistemlerinin kullanılması olarak sıralanabilir. PCB için malzemelerin uygun şekilde kapatılması ve taşınması, bertarafı için özel atık yönetim prosedürlerinin uygulanması gereklidir. Kurşun Kökenli boyalar için yıkım-söküm sırasında bu boyalar kapatılarak izole edilmeli, boya döküntülerine temas edilmeden temizlenmeli ve tozlanma önlenmeli, çalışanlar için ise koruyucu ekipman kullanımı teşvik edilmelidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapıların yıkım-söküm süreçleri çevresel, sosyal, ekonomik, atık etkilerinden dolayı olumlu karşılanmayan süreçleri içerir. Ancak yapının servis fonksiyonlarını yerine getirememesi, taşıyıcı bakımdan riskli bulunması, kentsel dönüşüm faaliyetleri ve afetler nedeniyle yıkım-söküm süreçlerine ihtiyaç duyulabilir. Mevcut durumda yasal düzenlemeler kapsamında kentsel dönüşüm süreçleri önerilmiş, yaşanan 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile birlikte yıkım-söküm süreçlerinin doğru bir şekilde yönetilmesi yeniden gündeme gelmiştir.

Yapılarda insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri olan maddeler birçok kanunla yasaklanmış olsa da kanun öncesi üretilen yapılarda varlıklarını sürdürmektedirler. Bu durum mevcut yapıların yıkım-söküm süreçlerinde atık yönetimi konusunun önemini arttırmaktadır.

Mevcut yapıların yıkım-söküm süreçlerinde birçok risk ile karşılaşılmaktadır. Bu risklerin tamamen yok edilmesi mümkün olmasa da risk oluşturacak faktörlerin önceden tespit edilmesi ile risklerin azaltılması söz konusudur. Genel bir çerçeveden bakıldığında öncelikle yapı yıkım-söküm süreçlerinde fiziki risklerin giderilmesi ardından oluşacak atık risklerinin azaltılmasına yönelik bir prosedür uygulanması gereklidir.

Yapılan araştırmalar gösteriyor ki atık yönetim süreçlerinde öncelikle insan sağlığı için zararlı atıklara olan maruziyet azaltılmalıdır. Bunu için en temel yöntem zararlı maddelerin izole edilerek alandan uzaklaştırılması gerekir. Ancak sadece izole etmekle kalmayıp aynı zamanda oluşacak tozların havaya karışmasının önlenmesi gereklidir. Bunun için mevcut durumda sulama yöntemini ve file ile koruma yöntemi kullanılmaktadır.

Bu çalışma doğrultusunda önerilen yıkım-söküm modelinin kullanılması, bu süreçlerin sürdürülebilir ve insan sağlığına duyarlı bir şekilde yönetilmesini sağlayacak aynı zamanda çevresel ve sosyal açıdan daha olumlu sonuçlar doğuracaktır.

KAYNAKLAR

AFAD. (2022). *TAMP Türkiye Afet Müdahale Planı*. www.afad.gov.tr

Akbaş, A. ve Çalışkan, Ö. (2024). Yapılarda Yıkım İşlemleri ve Uygulama Prosedürleri. *Innovative Studies in Engineering* (ss. 37-55).

Alemayehu, T., Osman, A. ve Goitom, H. (2021). Assessment of Construction Waste Management Practice in Mekelle, northern Ethiopia: Challenges and Opportunities. *Momona Ethiopian Journal of Science*, 13(1), 177-190. <https://doi.org/10.4314/mejs.v13i1.10>

Al-Huthaifi, A. A. M. M. ve Altan, M. F. (2021). Yapı Sektöründe Uygulanan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinde Karşılaşılan Sorunlara Çözüm Önerileri. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(7). <https://doi.org/10.52520/masjaps.47>

Altıntop, A. S. ve Uraz, C. (2020). Bina Yıkım İşlerinde Asbest Maruziyetinin Değerlendirilmesi. *NWSA Academic Journals*, 15(4), 218-235. <https://doi.org/10.12739/nwsa.2020.15.4.1a0464>

Anaç, M., Gumusburun Ayalp, G. ve Karabeyeser Bakan, M. (2024). A Roadmap for Reducing Construction Waste for Developing Countries. *Sustainability*, 16(12), 5057. <https://doi.org/10.3390/su16125057>

Aslam, M. S., Huang, B. ve Cui, L. (2020). Review of construction and demolition waste management in China and USA. *Journal of Environmental Management*, 264. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110445>

Atabey, E. (2015). *Nevşehir İli Tıbbi Jeolojik Unsurları ve Halk Sağlığı*. Nevşehir Belediyesi.

Atabey, E. (2016). Asbest, eriyonit ve diğer mineral tozları ve insan sağlığına etkileri (akciğer zarı kanseri-mezotelyoma-pnömonyozlar): Tıbbi jeolojik yönden değerlendirme. *Jeofizik Bülteni*, 26, 74-93. <https://www.researchgate.net/publication/320244725>

Attia, T., Elshaboury, N., Hesham, A. ve Elhadary, M. (2021). Quantifying Construction and Demolition Waste Using SLAM-Based Mobile Mapping System: A Case Study from Kafr El Sheikh, Egypt. *2021 International Conference on Data Analytics for Business and Industry, ICDABI 2021*, 459-463. <https://doi.org/10.1109/ICDABI53623.2021.9655946>

Bangham, J. (2006). Epidemiology: A rock and a hard place. *Nature Reviews Cancer*, 6, 489.

Chen, K., Wang, J., Yu, B., Wu, H. ve Zhang, J. (2021). Critical evaluation of construction and demolition waste and associated environmental impacts: A scientometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125071>

Çakıroğulları, G. Ç., Uçar, Y. ve Kılıç, D. (2009). Dioksin ve Dioksin Benzeri Poliklorlu Bifenillerin Doğaya ve Çevreye Etkisi. *Ziraat Mühendisliği*, 353, 40-43.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012). *Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun*.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021). *Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik*. <https://www.resmgazete.gov.tr/eskler/2021/10/20211013-1.htm>

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2022). *Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik*.

Ding, Z., Liu, R. ve Yuan, H. (2021). A text mining-based thematic model for analyzing construction and demolition waste management studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 30499-30527. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13989-1/Published>

Doğan, H. ve Özden Çataltepe, Ö. (2018). Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Journal of Health and Sport Sciences (JHSS)*, 1(3).

Doğdu, G. ve Alkan S. N. (2023). Deprem Sonrası Oluşan İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Değerlendirilmesi: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri. *Artvin Coruh University Journal of Engineering and Sciences*, 1, 38-50.

Fonseca, C., Lourenço, F. ve Amendoeira, N. A. (2021). Characteristics and patterns of inappropriate disposal of construction and demolition waste in the municipality of Cabo Frio, Brazil. *Urbe*, 13. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.E20200091>

Gilbert, S. G. ve Weiss, B. (2006). A rationale for lowering the blood lead action level from 10 to 2 µg/dL. *NeuroToxicology*, 27(5), 693-701. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2006.06.008>

Ginga, C. P., Ongpeng, J. M. C. ve Daly, M. K. M. (2020). Circular economy on construction and demolition waste: A literature review on material recovery and production. İçinde *Materials* (C. 13, Sayı 13, ss. 1-18). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma13132970>

Gumusburun Ayalp, G. ve Anaç, M. (2024). A comprehensive analysis of the barriers to effective construction and demolition waste management: A bibliometric approach. İçinde *Cleaner Waste Systems* (C. 8). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100141>

Güneş, M., Güneş, A., İlbeyli, N. ve Kaya, B. (2017). Asbest Maruziyeti ve Etkileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10(1), 1-5. www.nobel.gen.tr

Hentges, T. I., Machado da Motta, E. A., Valentin de Lima Fantin, T., Moraes, D., Fretta, M. A., Pinto, M. F. ve Spiering Böes, J. (2022). Circular economy in Brazilian construction industry: Current scenario, challenges and opportunities. *Waste Management and Research*, 40(6), 642-653. <https://doi.org/10.1177/0734242X211045014>

Idowu, A., Winston, S. ve Saidu, I. (2021). The effect of poor materials management in the construction industry: A case study of Abuja, Nigeria. *Acta Structilia*, 28(1), 142-167. <https://doi.org/10.18820/24150487/as28i1.6>

Ismaeel, W. S. E. ve Kassim, N. (2023). An environmental management plan for construction waste management. *Ain Shams Engineering Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102244>

Iyalla, C. (2015). Spectrum of aspergillosis: Pathogenesis, risk factors and management. *African Journal of Clinical and Experimental Microbiology*, 17(1), 35. <https://doi.org/10.4314/ajcem.v17i1.5>

Jagarajan, R., Abdullah Mohd Asmoni, M. N., Mohammed, A. H., Jaafar, M. N., Lee Yim Mei, J. ve Baba, M. (2017). Green retrofitting – A review of current status, implementations and challenges. İçinde *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (C. 67, ss. 1360-1368). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.091>

Kaplan, E. ve Soyluk, A. (2023). Deprem Sonrası Atık Yönetimi: Atık Betonun Geri Dönüşümü ve Mimaride Kullanımı için Öneriler. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*, 140-162. <https://doi.org/10.30785/mbud.1317425>

Karataş, E. T., Karataş, M. O. ve Özden, S. (2024). Biomarkers in Breast Cancer Epigenetics: Effect of Environmental Factors. İçinde *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy* (C. 44, Sayı 2, ss. 165-181). Hacettepe University, Faculty of Pharmacy. <https://doi.org/10.52794/hujpharm.1424049>

Koca, O. (2006). *Patlayıcı Maddelerle Kontrollü Yapı Yıkımı* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Korkmaz, A. V. (2019). Endüstriyel Hammaddelerin İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri ve Çözüm Önerileri. *Verimlilik Dergisi*, 4, 135-156.

Kuloğlu Genç, M. ve Mercan, S. (2024). Deprem sebebi ile ortaya Çıkan Toksik atıkların sınıflandırılması, etkileri ve bertaraf yönetmelikleri. *OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 399-413.

Kurt, M. A. ve Yıldırım, Ü. (2016). Türkiye’de Asbest Yasağı ve Bazı İthal Ürünlerde Asbest Minerallerinin Araştırılması. / *NGU J. Eng. Sci. Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 90-96.
Küçükönder, E. (2021). Kahramanmaraş İlinde Bina İçi Mevsimsel Radon Gazı Aktivitesi Ölçümü. *BEU Journal of Science*, 10(3), 891-901.

Lee, S. E., Yang, H., Son, G. W., Park, H. R., Park, C. S., Jin, Y. H. ve Park, Y. S. (2015). Eriodictyol protects endothelial cells against oxidative stress-induced cell death through modulating ERK/Nrf2/ARE-dependent heme oxygenase-1 expression. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(7), 14526-14539. <https://doi.org/10.3390/ijms160714526>

Lin, G. Z., Peng, R. F., Chen, Q., Wu, Z. G. ve Du, L. (2009). Lead in housing paints: An exposure source still not taken seriously for children lead poisoning in China. *Environmental Research*, 109(1), 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.09.003>

Liu, W., Tang, P. T., Li, K. ve Jiang, T. (2019). Demolition dust formation, diffusion mechanism and monitoring quantitative research on demolition of existing buildings. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6), 14543-14559. https://doi.org/10.15666/aeer/1706_1454314559

Li, X., Chen, Y., Li, X., Wang, M., Xie, W., Ding, D., Kong, L., Jiang, D., Long, T. ve Deng, S. (2023). Asbestos-Environment Pollution Characteristics and Health-Risk Assessment in Typical Asbestos-Mining Area. *Toxics*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/toxics11060494>

Low, J. K., Wallis, S. L., Hernandez, G., Cerqueira, I. S., Steinhorn, G. ve Berry, T. A. (2020). Encouraging Circular Waste Economies for the New Zealand Construction Industry: Opportunities and Barriers. *Frontiers in Sustainable Cities*, 2. <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00035>

Luttenberger, L. R. (2020). Waste management challenges in transition to circular economy – Case of Croatia. İçinde *Journal of Cleaner Production* (C. 256). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120495>

Lu, W. ve Yuan, H. (2010). Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2), 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.09.010>

Medihin Ododo, M. ve Kelta Wabalo, B. (2019). Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and Their Impacts on Human Health: A Review. *Journal of Environment Pollution and Human Health*, 7(2), 73-77. <https://doi.org/10.12691/jephh-7-2-3>

Mogan, Ö. ve Güngör, C. (2023). Asbest Söküm İşleri Risk Değerlendirmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(4), 1758-1770. <https://doi.org/10.29130/dubited.1261328>

Muleski, G., Cowherd, C. ve Kinsey, J. S. (2005). Particulate emissions from construction activities. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 55(6), 772-783. <https://doi.org/10.1080/10473289.2005.10464669>

Mwai, L., Onyatta, J. ve Were, F. H. (2023). Lead content in automotive paints purchased at formal and informal outlets in Kenya. *Heliyon*, 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12831>

Negash, Y. T., Hassan, A. M., Tseng, M. L., Wu, K. J. ve Ali, M. H. (2021). Sustainable construction and demolition waste management in Somaliland: Regulatory barriers lead to technical and environmental barriers. *Journal of Cleaner Production*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126717>

O'Connor, D., Hou, D., Ye, J., Zhang, Y., Ok, Y. S., Song, Y., Coulon, F., Peng, T. ve Tian, L. (2018). Lead-based paint remains a major public health concern: A critical review of global production, trade, use, exposure, health risk, and implications. İçinde *Environment International* (C. 121, ss. 85-101). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.052>

Öztürk, N. (2016). *Açık İşletmelerde Ağır İş Makinesi Operatörlerinin Gürültü, Titreşim ve Toz Maruziyetinin Değerlendirilmesi* [İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi]. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Puskás, A., Corbu, O., Szilágyi, H. ve Moga, L. M. (2014). Construction waste disposal practices: The recycling and recovery of waste. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 191, 1313-1321. <https://doi.org/10.2495/SC141102>

Ranjbar, Z., Pourhadadi, D., Montazeri, S. ve Roshanzamir Modaberi, M. (2023). Lead compounds in paint and coatings: A review of regulations and latest updates. İçinde *Progress in Organic Coatings* (C. 174). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.107247>

Salgın, B. ve Coşgun, N. (2018). Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Yapısal Atık Sorunu ve Çözüme Yönelik Öneriler: Kayseri Örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 465-476. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.387388>

Serranti, S., Capobianco, G., Malinconico, S. ve Bonifazi, G. (2020). Micro X-ray fluorescence imaging coupled with chemometrics to detect and classify asbestos fibers in demolition waste. *Detritus*, 12, 150-159. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2020.14007>

Sevinç, A. S., Azkeskin, D., Yeşilyurt, D. ve Korkmaz, E. (2019). *Asbestle Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulama Rehberi*.

Seyran, A. ve Erişir, M. (2008). Poli Klorlu Bifeniller ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Fırat University Veterinary Journal of Health Sciences*, 22(1), 33-40. <http://www.fusabil.org>

Shankar, J., Thakur, R., Clemons, K. V. ve Stevens, D. A. (2024). Interplay of Cytokines and Chemokines in Aspergillosis. İçinde *Journal of Fungi* (C. 10, Sayı 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/jof10040251>

Tabata, M., Haraguchi, R., Yada, M., Umehara, T. ve Furukawa, M. (2023). Clear and simple detection of asbestos stained with two dyes for building materials collected from disaster and demolition sites using a stereomicroscope. *Waste Management*, 171, 653-661. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.09.020>

Taşbaşı, A., Sarıca, Y. P. ve Sabah, S. (2017). Uluslararası Asbest Ticareti, İş Sağlığı ve Türkiye Uluslararası Asbest Ticareti, İş Sağlığı ve Türkiye. *Çalışma ve Toplum*, 4. <https://www.asbestos.com/products/>
Taygun, G. T. (2016). Kentsel Dönüşümde Asbest Riski. *Mimarlık*, 390. www.epa.gov/iaq/asbestos.html

Thomsen, A., Schultmann, F. ve Kohler, N. (2011). Deconstruction, demolition and destruction. İçinde *Building Research and Information* (C. 39, Sayı 4, ss. 327-332). <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.585785>

Toropov, E. V., Osintsev, K. V. ve Aliukov, S. V. (2018). Analysis of the calculated and experimental dependencies of the combustion of coal dust on the basis of a new methodological base of theoretical studies of heat exchange processes. *International Journal of Heat and Technology*, 36(4), 1240-1248. <https://doi.org/10.18280/ijht.360411>

Ustaoglu, S. ve Limoncu, S. (2019). Yeniden Kullanımın Atık Yönetimi Bağlamında İrdelenmesi. *Yapı Dergisi*, 449, 29-39.

Ustaoglu, S. S. (2014). *Yapıların Söküm-Yıkım Çalışmalarında Yapısal Atık Yönetiminin İrdelenmesi ve Öneriler* [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Wu, Z., Xie, P., Zhang, J., Zhan, B. ve He, Q. (2022). Tracing the Trends of General Construction and Demolition Waste Research Using LDA Modeling Combined With Topic Intensity. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.899705>

Yang, K., Yoo, K. C. ve Jung, J. (2020). Quantitative analysis of asbestos-containing materials using various test methods. *Minerals*, 10(6), 1-10. <https://doi.org/10.3390/min10060568>