



Kentsel Dönüşümde Sıfır Atık Yönetimi

Dr. Gültekin GÜLLÜ*^{a1},

^a Anadolu Üniversitesi, Yapı İşleri ve Teknik Dairesi, Eskişehir Türkiye

Istanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2022) 4 (2): 112-120

<https://doi.org/10.47769/izufbed.1131056>

ORCID ¹0000-0003-1598-5853;

YAYIN BİLGİSİ

Yayın geçmişi:

Gönderilen tarih: 15 Haziran 2022

Kabul tarihi: 15 Ağustos 2022

Anahtar kelimeler:

Kentsel Dönüşüm,

Sıfır Atık; İnşaat ve Yıkıntı

Atıkları,

Yaşam Döngüsü

ÖZET

Kentsel dönüşüm atıkları, kentsel dönüşüm sürecinde daha çok yapıların yıkımı sonucunda oluşmaktadır. Bu çalışmada çevrenin daha iyi korunması ve kaynakların israf edilmemesi için inşaat ve yıkıntı atıklarının sıfır atık yönetimi yaklaşımına uygun olarak nasıl daha iyi yönetilebileceği ile ilgili bir yaklaşım sergilemektedir. Sıfır atık yönetimi yaklaşımına uygun olarak inşaat ve yıkıntı atığı bileşenlerinin ayrı ayrı nasıl değerlendirilebileceği anlatılmaktadır. Ayrıca sıfır atık yönetimi yaklaşımına uygun olarak yaşam döngüsü içerisinde inşaat ve yıkıntı atığı bileşenlerinin süreçleri ayrı ayrı açıklanmaktadır.

Zero Waste Management in Urban Transformation

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 15 June 2022

Accepted: 15 August 2022

Key words:

Urban Transformation,

Zero Waste; Construction and

Demolition Waste,

Lifecycle.

ABSTRACT

Urban transformation wastes are mostly formed as a result of the destruction of buildings in the urban transformation process. In this article, it is to show an approach on how to better manage urban transformation wastes in accordance with the zero waste management approach in order to better protect the environment and not waste resources. In accordance with the zero waste management approach, it is explained how the components of construction and demolition waste can be evaluated separately. In addition, in accordance with the zero waste management approach, the processes of construction and demolition waste components are explained separately in the life cycle.

1. Giriş

Kentsel dönüşüm çalışmalarında yapıların yıkılması ve inşası sırasında çok büyük miktarda inşaat ve yıkıntı atığı (İYA) oluşmaktadır. Bu atıkların, kaynakların israf edilmemesi için geri dönüşümü, doğal kaynakların ve çevrenin korunması için sıfır atık yönetimi anlayışına göre iyi yönetilmesi esas olmalıdır. Türkiye’de kentsel dönüşüm atıkları geri kazanılmamakta ve daha çok atık dolgu alanlarında depolanmaktadır. Bu durum kaynakların israfına ve çevrenin daha fazla kirlenmesine sebep olmaktadır. Öncelikle sıfır atık için atık depolama sahalarına en az atık gönderilecek şekilde politikalar belirlenmeli ve kentsel dönüşüm atıklarının geri

dönüşümü için çalışmalar yapılmalıdır.

Güllü, Türkiye’de özellikle deprem riski ve geçmişten gelen gecekondulaşma sonucu ortaya çıkan çarpık yapılaşmaya bağlı olarak kentsel dönüşüm çalışmalarının devam ettiğini İstanbul’da devam eden kentsel dönüşüm çalışmalarının seyrine bakıldığında, özellikle 2012 yılında 6306 sayılı Kanun’un çıktıktan sonra çalışmaların hızlandığını, İstanbul’un Esenler ilçesinde 2012-2020 yılları arasındaki kentsel dönüşüm performansı ve hesaplanan İYA miktarına bakıldığında yıllık ortalama olarak 342.492 ton İYA oluştuğunu belirtmektedir. Yine Esenler ilçesinde oluşan kentsel dönüşüm çalışmaları ve İYA verilerinden hareket ederek, İstanbul’daki diğer ilçe belediyelerinde yapılan

* Sorumlu yazar:

gultekingullu@anadolu.edu.tr

kentsel dönüşüm çalışmalarına gelecekte aynı performans ile devam edilmesi halinde, yaptığı çalışmaya göre kentsel dönüşüme tabi yapı stokunun 28 yılda tamamlanacağını ve her yıl ortalama 11.295.468 ton İYA'nın oluşacağını hesaplanmıştır. Bütün bunlara bağlı olarak, mevcut durumda İstanbul'da bu atıkları geri kazanacak yeterli çalışmalar yapılmaz ve mevcut durumda olduğu gibi, İYA geri kazanılmaz ve hafriyat toprağının depolandığı alanlara karıştırılarak depolanması halinde hem çevrenin daha fazla kirletileceğini hem de büyük bir kaynak israfı ile karşı karşıya kalınacağını belirtmiştir. Bundan dolayı kentsel dönüşüm atıklarının seçici yıkım yapılarak kaynağında ayrıştırılmasını ve İYA bileşenlerinin sıfır atık anlayışına uygun olarak yönetilmesi halinde, kaynaklar hem daha etkili korunabileceğini hem israfın önüne geçilebileceğini hem de çevrenin daha iyi korunabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, yaptığı çalışmada İYA bileşenlerinin; kaynakların korunması, israfın önlenmesi ve sıfır atık yaşam döngüsü ilişkilerini şekil 2, şekil 3, şekil 4 ve şekil 5'te çizerek göstermiştir. Bunlarla birlikte İYA bileşenlerinin sıfır atık süreçlerini ise, şekil 6'dan şekil 13'e kadar yine ayrı ayrı şekiller çizerek anlatmıştır. İSTAÇ, İnşaat ve yıkıntı atıklarıyla ilgili olarak ortaya çıkan malzemelerin kullanılabilirliği ve İYA bileşenlerinin kalitesinin artırılmasına yönelik olarak neler yapılabileceği ortaya konulmaktadır. Kentsel dönüşüm sürecinde özellikle İstanbul'da çok fazla İYA ortaya çıkacağı belirtilerek, bu oluşan malzemelerin, nerelerde kullanılabilmesi, İYA işleme tesislerine olan ihtiyaç belirtilmekte ve tesis kurulmasına yönelik neler yapılması gerektiği anlatılmaktadır.

Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü, kentsel dönüşüm uygulamalarında kullanılmak üzere nüfus, nüfus artış hızı, göç ve yapı stok verileri değerlendirilerek taşınmazlara yönelik arz ve talep denge analizi yapılmasını, arz ve talep denge analizi sonucunda ihtiyaç duyulması durumunda; il, ilçe sınırları içerisinde veya yakın çevresinde yeni yerleşim alanı olarak kullanılacak rezerv yapı alanları ve kentsel gelişim proje alanları tespit edilmesini, toplumsal yapının incelenmesini, mevcut yaşam standartları, sosyal ve ekonomik duruma ilişkin bilgiler demografik değerler de dikkate alınarak değerlendirilmesini ve nüfusun beklentilerine yönelik gerekli araştırmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Aktaş, seçici yıkım yöntemini, atık üretimini minimize etmek ve tekrar kullanım ve geri dönüşümü maksimize etmek amacıyla yıkım öncesinde ve yıkım esnasında yıkılacak olan yapının içindeki yabancı ve geri kazanımı mümkün olmayan malzemelerin ayıklanması ve yıkımın belli ölçülerde ve kontrollü olarak yapılması olarak açıklamaktadır.

Salgın ve Coşkun, kentsel dönüşüm uygulamalarının yapısal atık yönetimi açısından başarılı olabilmesini, yapıların yapım ve yıkım süreçlerinin sistematik bir şekilde yönetilmesine bağlı olduğunu, bu bağlamda, yol gösterici olması açısından, yapım ve yıkım süreçlerinde başarılı örnekler veren Hollanda, Norveç ve Singapur'daki uygulamaları anlatmaktadırlar. Hollanda, Singapur ve İsveç gibi ülkeler sınırlı bir kara parçası üzerinde olması, çevre bilincinin yüksek olması, yeterli doğal kaynaklara sahip olmamaları ve atık depolayacak yeterli alan bulunmaması gibi nedenlerle özellikle yapı sektörüne bağlı malzeme tedariki ve yapı sektöründen kaynaklanan atıkların yeniden değerlendirilmesi sorunu ile karşı karşıya kaldıklarını ifade etmektedirler. Belirtilen zorluklarında etkisiyle bu ülkelerin, İYA yönetimi konusunda arayışlara sürüklediğini

ve bütün bunlara bağlı olarak başarılı uygulamalar gerçekleştirdiklerini belirterek, seçici yıkımın önemine dikkat çekmektedirler.

Çolak, kent planlamasının, adalet ilkeleri üzerinden yapılması gerektiğini, adaletin, toplum hayatında kuralları düzenleyen, alınacak kararlarda nirengi noktası, herkesin kabul edebileceği, vicdanları rahatlatan mülkün temeli olduğunu, kent planlamasında ve kentle ilgili politika üretme sürecinde adaletin en önemli değer olduğunu, adalet üzerine kurulan kentsel planlama, adil kentin temelini oluşturduğunu, adil kentin ana unsurları eşit katılım hakkı, kentlilik hakkı, çeşitliliklerin korunması hakkı çerçevesinde ele alınması gerektiğini, bu anlayışla kent analiz edildiğinde ve bütün planlama süreçlerinde adalet ilkelerine göre hareket edildiğinde adil kentin zeminin oluşturulabileceğini belirtmektedir.

Ölmez ve Yıldız, inşaat ve yıkım süreçlerinde, İYA oluşumunun azaltmak için izlenecek yöntemleri ortaya koymuş, bu süreçte özellikle doğru malzeme siparişi verilmesini, israfa olacak malzeme alınmaması belirtmiştir. Alınan malzemelerin zarar görmemesi için kullanılacağı zamana kadar doğru depolanmasını ve iyi korunmasını, artan malzemelerin israf olmaması için çalışmalar yapılmasını ifade etmiştir. İnşaat veya yıkım sahasında atıkların ayrılabilmesi ve depolanabileceği bir alan oluşturularak, etkin ve verimli bir toplama ve taşıma sistemi oluşturulması için atıkların yeniden kullanılacağı ve geri kazanılacağı bir plan yaparak çalışılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öztürk, bina içi uygulamalarda farklı malzemeler kullanıldığını, yine duvarlarda değişik tür briket, tuğla gibi farklı malzemeler kullanıldığını, Türkiye'de 1980 öncesinde daha çok kâgir binalar yapılırken, 1980'lerden sonra daha çok betonarme binalar yapılmaya başlandığını, geri dönüşüm çalışmaları ve bu alanda yapılacak yatırımları, gelişen yeni teknolojilere göre ve binalarda kullanılan malzemeler dikkate alınarak yapılması gerektiğini belirtmektedir.

Lauritzen, yıkım atıklarının geri dönüşümü planlanırken stratejik olarak; recycling, reuse, recovery, reduction prensiplerine göre hareket edilmesi gerektiğini belirtmektedir. İnşaat ve yıkım atıkları yönetiminde geri kazanımın çok önemsenmesi gerektiğini, bu prensipler ile kaynakların iyi yönetilmesi ve sürdürülebilir çevre yönetimi açısından titizlikle uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada İstanbul'da kentsel dönüşümden kaynaklanan İYA'nın sıfır atık yönetimine göre nasıl yönetilmesi gerektiği, İYA bileşenlerinin yaşam döngüsü içerisinde nasıl değerlendirileceği, İYA bileşenlerinin ayrı ayrı nasıl geri kazanılacağı ve nerelerde kullanılacağı şekillerle anlatılarak literatüre katkı sağlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma yapılırken kentsel dönüşüm sonucu yıkılan yapılardan kaynaklı ortaya çıkan İYA bileşenleri tespit edilerek ayrı ayrı nerelerde ve nasıl değerlendirilebileceği belirlenmiştir. Ayrıca kentsel dönüşüm sürecinde oluşan inşaat ve yıkıntı atıklarının sıfır atık yönetimine göre yeniden kullanılması ve geri dönüşümünün yapılması için bu konuda yapılmış olan çalışmalar, projeler ve raporlar başta olmak

üzere araştırma yapılmıştır. İlgili kurum ve kuruluşlar ile görüşmeler yapılarak İYA'nın yeniden nasıl değerlendirilebileceği ile ilgili bilgi toplanmıştır.

Elde edilen bilgiler doğrultusunda İYA bileşenlerinin seçici yıkım sonucu kaynağında ayrıştırılmasına bağlı olarak, ihtiyaçlara göre en iyi nerelerde ve ne şekilde kullanılabilceği araştırılmıştır. Bunlara bağlı olarak, yapıların ve İYA bileşenlerinin yaşam döngüleri şekiller çizilerek anlatılmaktadır. Ayrıca sıfır atık yönetimine göre İYA bileşenlerinin ayrı ayrı nerelerde kullanılabilceği şekillerle gösterilmektedir. Çalışma alanı olarak, İYA'nın nasıl geri kazanılacağı ve nerelerde değerlendirilebileceği belirtilmektedir. İYA özellikle kentsel dönüşüm çalışmalarında yıkım süreçlerinde oluşmaktadır. Bu çalışma içerisinde, kentsel dönüşüm sürecinde oluşan İYA'nın sıfır atık yönetimi anlayışıyla nasıl geri kazanılacağı açıklanmaktadır. Bununla birlikte İYA'nın sıfır atık yaşam döngüsü içerisindeki süreçleri şekillerle ortaya konulmaktadır. Son olarak İYA bileşenlerinin ayrı ayrı nasıl değerlendirilmesi gerektiği şekillerle anlatılmaktadır.

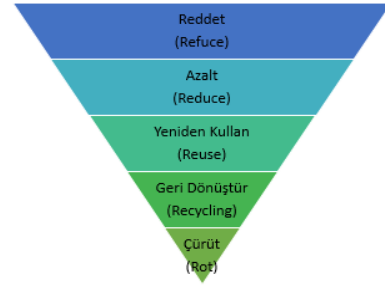
3. Kentsel Dönüşüm Sürecinde Sıfır Atık Yönetimi Döngüsü

Sıfır atık, öncelikle atık üretmemek için uğraşmak ve buna rağmen atık oluşmuş ise kaynağında geri kazanarak yeniden değerlendirmek için çalışmaktır. Amaç atık depolama sahalarına atık göndermemek, çevreyi kirletmemektir. Sıfır atık, atık oluşturmama yaklaşımını benimsemekte ve çevrenin korunmasını amaçlamaktadır. Sıfır atık hem bir felsefe hem de bir plan, program ve stratejidir. Sıfır atık yönetiminde ana fikir, her bir atığı başka bir döngünün kaynağı olarak kullanmaktır. Sıfır atık, insanları yaşam biçimlerini değiştirmeye ve sürdürülebilir doğal döngüde yaşamlarını sürdürmelerini amaçlamaktadır. Sıfır atık yönetimi, atıkların ve malzemelerin hacmini ve çevreye olan zararını sistematik olarak önlemek ve ortadan kaldırmak için tüm kaynakları korumak, atıkların gömülmesini önlemek için ürün ve süreçlerin tasarımı ve yönetimini süreçlerini içermektedir.

3.1 Davranış İlkeleri ve Sıfır Atık Yönetimi

Sıfır atık, atıkların değerlendirilmesi konusunda israfın önlenmesi, kaynakların daha verimli kullanılması, atık oluşumunun engellenmesi veya minimuma indirilmesi, atığın oluşması durumunda ise kaynağında ayrıştırılması ve geri kazanılmasını kapsayan bir atık yönetim süreci ve yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019: Madde 4).

Sıfır atık yönetim sürecinde birinci olarak, öncelikle reddet (refuse) yaklaşımını sergilemek gerekir. Yani öncelikle satın almadan önce iyi düşünmek ve gerçekten ihtiyaç değilse reddetmek ve almamak gerekir. İkincisi azalt (reduce), sade yaşamak ve her şeyi basitleştirmek gerekmektedir. Çok az kullandığın, ihtiyacın olmayan şeyleri yük yapmamak gerekir. Üçüncüsü ise, yeniden kullan (reuse) prensibine uygun olarak bir kullanımlık ve ambalajlı ürünlerden kaçınmak gerekmektedir. Alışkanlıklarımızı değiştirerek tüm kullandıklarımızı yeniden kullanılabilir alternatiflerle değiştirerek hem boş yere ambalaja para ödenmemekte hem de atık üretilmemektedir. Dördüncü aşama ise geri dönüşüm (recycling) yapmak gerekir. En başta, reddedemeyeceğiniz, azaltamayacağınız veya yeniden kullanamayacağınız şeyleri alırken geri dönüştüreceğinizi hesap etmek gerekmektedir. Beşincisi çürüt (rot), organik atıkları kompost yapmak gerekmektedir (Johnson, 2013: 13).

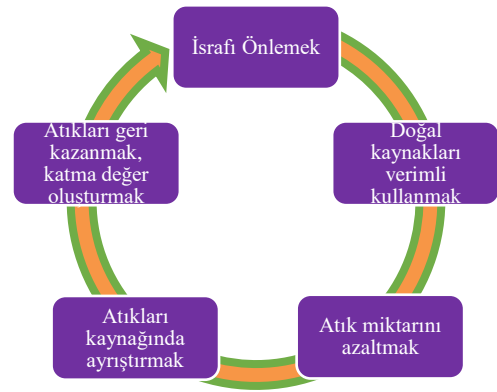


Şekil 1: 5R Davranış İlkeleriyle Sıfır Atık Süreci (Johnson, 2013: 13)

Bu 5R davranış ilkeleriyle sıfır atık yaklaşımı Şekil 1' de gösterilmektedir. İnsanların davranışlarını değiştirerek, 5R davranışına uygun olarak bir yaşam tarzı benimsemeleri halinde atık üretimi en aza indirilebilir ve neredeyse sıfıra yaklaşabilir.

3.2 Kaynakların Korunması ve Sıfır Atık Yönetimi

Sıfır atığa ulaşmak için inanmak ve çok çalışmak gerekmektedir. Yerel yönetimler ve işletmeler isterlerse bunu yapabilirler. Bunun için yerel yönetimler ve işletmeler, öncelikle sıfır atık elde etmek için bir kaynak yönetimi stratejisi benimsemelidir. Doğada her şey bir zincirin halkaları gibi birbirine bağlıdır. Atıklardan, kurtulamayabiliriz, ancak ekonomimizi onlara bağımlı olacak şekilde tasarlayabiliriz. Şekil 2' de sıfır atık yönetiminde kaynakların korunması ve israfın önlenmesi döngüsel olarak gösterilmektedir.



Şekil 2: Sıfır Atık Yönetiminde Kaynakların Korunması, İsrafın Önlenmesi

Bunun için herkesin atıkların yönetimi konusunda bilinçli olması gerekmektedir. Atık yönetiminde en öncelikli seçenек, en başta atık oluşumunun önüne geçmektir. Atık önleme, atık oluşturmamak için herkes uygun davranış sergilerse, büyük ölçüde israfın önüne geçilebilir ve daha en başta atık oluşumu çok büyük ölçüde azaltılabilir. Genel anlamda atık üretimini minimize etmek için atık oluşturmayacak davranışlar alışkanlık haline getirilmelidir.

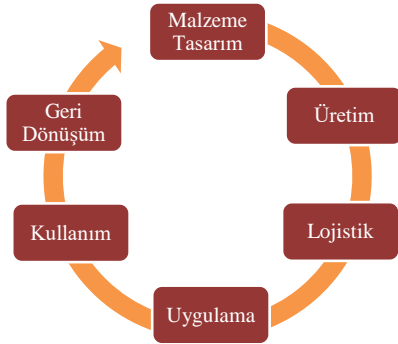
3.3 İnşaat Malzemeleri Yaşam Döngüsü ve Sıfır Atık

Her malzemenin bir yaşam döngüsü vardır. Çizelge 1'de inşaat malzemelerinin yaşam döngüsü görülmektedir. Bu döngüye bağlı olarak malzemelerin yaşam döngüsü süreçlerindeki, etki alanları ve olası stratejiler belirtilmektedir. Görüldüğü gibi inşaat malzemelerinin tasarım, üretim, lojistik,

uygulama ve kullanım süreçlerinde her aşamadaki etki ve davranışlar az veya çok atık oluşmasına sebep olmaktadır. Stratejik olarak bu süreçlerde her zaman en az atık oluşturacak davranışlarda bulunmak gerekmektedir. Ayrıca genel anlamda çevrenin korunması için inşaat malzemeleri üretiminde sadece atıklara odaklanılmamalı, hava, su ve bütün doğal kaynakların en verimli bir şekilde kullanılmasına odaklanılmalıdır.

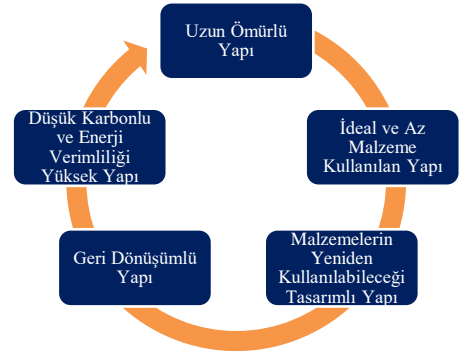
Çizelge 1: İnşaat Malzemeleri Yaşam Döngüsü

Yaşam Döngüsü Evresi	Etki Alanları ve Olası Stratejiler
Tasarım	-Ürünlerin tüm yaşam döngüsü maliyetleri ve karbon ayak izlerine bakılarak binalarda enerji verimliliği sağlayan ürünlerin geliştirilmesi -Sıfır enerji ya da pasif evler için sürdürülebilir malzemelerin tasarımı
Üretim	-Üretimde doğal kaynakların korunması (su, yeşil alanlar, vb.) -Üretimde kaynak kullanımının (hammadde, su, enerji vb.) azaltılması ve hammadde çıkarılan alanların ıslahı (ör: taş ocakları, rezervler, vb.) -Üretimde enerji verimliliğinin artırılarak CO2 salınımının azaltılması -Çevreye daha az zarar veren alternatif yakıtların kullanılması -Güneş, rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerjilerin kullanılması -Atık yönetimi
Lojistik	-Lojistik sırasında kullanılan enerjinin en aza indirilmesi için yerel üretim seçeneklerinin değerlendirilmesi -Lojistik maliyetlerini düşürecek daha hafif ürünler geliştirilmesi -Geri dönüştürülebilir ambalaj ve paketleme yaklaşımlarını geliştirilmesi
Uygulama	-Uygulama kolaylığı olan, işçi güvenliğini artıran ürünler geliştirilmesi -Sıfır atıklı inşaat ve inşaat alanının ıslahı
Kullanım	-Yapıların yıkımı sırasında malzemelerin geri dönüştürülerek yeniden kullanılmasının sağlanması



Şekil 3: İnşaat Malzemelerinde Sıfır Atık Yaşam Döngüsü

Şekil 3'te inşaat malzemelerinin yaşam döngüsü görülmektedir. Bu döngü içerisinde bir malzemenin uçtan uca olan evresi gösterilmektedir. Genel olarak bu evreler her malzeme için geçerlidir. Şekilde görüldüğü gibi malzemeler önce tasarlanmakta ve ondan sonra üretim aşamasına geçilmektedir. Devamında üretilen malzemelerin kullanım amacıyla lojistiği yapılmaktadır. Sonrasında uygulamalar yapılmakta ve üretilen ürünler kullanıma sunulmaktadır. Ancak üretilen her ürünün belirli bir kullanım ömrü vardır. Kullanım ömrünü tamamlayan malzemeler ise geri dönüştürülerek tekrar yaşam döngüsü içerisine alınabilmektedir. Tamda burada atık yönetimi süreci devreye girmektedir.



Şekil 4: Sıfır Atık İçin Yeşil Bina Tasarımı Yaşam Döngüsü

Şekil 4'te sıfır atık İYA'ya yönelik yeşil bina yaşam döngüsünü gösteren bina tasarımı gösterilmektedir. Bu kapsamda sıfır atık süreçleri için yapım ve yıkım atıkları değerlendirildiğinde, öncelikle İYA'nın minimize edildiği yapılar tasarlanmalıdır. Az atıklı yapılar yapılırsa, daha sonra binaların yenilenmesi ve dönüşümü süreçlerinde minimum atık ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte yapılar uzun ömürlü olarak planlaması halinde, uzun yıllar bu yapılardan kaynaklı İYA oluşmamaktadır.

Ayrıca, binalarda kullanılacak malzemeler doğal ve geri dönüşümü kolay materyallerden tercih edilmelidir. Bütün bunların sonucunda mutlaka atık oluşmaktadır. İşte oluşan bu atıkların da 5R prensibine göre yönetilmesi halinde, optimum ölçüde kaynaklar verimli değerlendirilmektedir. Bütün bu konseptlere bağlı olarak, ne kadar düşük karbonlu ve enerji verimliliği yüksek yapılar, ekolojik kentler ve yeşil binalar yapılırsa, başta İYA olmak üzere o kadar az atık ortaya çıkacak, çevre ve kaynaklar daha sürdürülebilir olacaktır.

3.4 Atık Bertarafının Sıfır Atık Yönetimiyle İlişkisi

Ülkede özellikle İstanbul gibi büyükşehirlerde kentsel dönüşümün boyutları ve geleceği düşünüldüğünde İYA yönetiminin sürdürülebilir olması gerekmektedir. Dolayısıyla atıkların yönetiminde, geri kazanım yapmadan her şeyi depolama alanlarında depolama alışkanlığından vaz geçilerek, maksimum geri kazanım ve depolama alanlarına hiç atık göndermemek için sıfır atık anlayışı ile çalışmak ve hareket etmek gerekmektedir.

Üretilen atıklar bir kaynaktır ve sıfır atık prensibiyle hareket edilerek, sürdürülebilir çevre açısından bu kaynak en uygun bir şekilde değerlendirilebilir. Kaynakların sonsuz olmadığını, doğaya ne verirse kabul etmeyeceği iyi bilinmelidir. Yaşam biçimleri ve tüketim alışkanlıkları doğaya göre ayarlanmalıdır. Sürdürülebilir ve sağlıklı bir çevre ve gelecek için; sahip olduğumuz kaynaklar bize bırakılan bir miras değil, gelecek nesillere teslim edilmesi gereken bir emanet olduğu hiçbir zaman unutulmamalıdır (Güllü, 2006: 6).

Şekil 5 'de atık depolamanın sıfır atık ile ilişkisi gösterilmektedir. Her yıl Türkiye'de milyonlarca ton atık üretilmekte ve depolanmaktadır. Bu durum milyonlarca metreküp atık depolama alanı ihtiyacı gerektirmektedir. Depolama alanları çevresel risklerin en fazla olduğu yerlerdir. Bu alanlar uzun yıllar atıl kalan ve başka amaçlar için kullanılmayan alanlardır. Ne kadar çok geri dönüşüm sağlanırsa, depolama alanlarına o kadar az atık gönderilmektedir. Buna bağlı olarak da o oranda depolama alanlarında yer kazanılmakta ve depolama alanlarının ömrü uzatılmaktadır. Aslında sıfır atık yönetiminin özünde atık üretmemek, eğer üretilmiş ise onları da geri dönüştürmek ve depolama alanlarına hiç atık göndermemek vardır.



Şekil 5: Atık Depolamanın Sıfır Atık ile İlişkisi

4. Kentsel Dönüşüm Atık Bileşenlerinin Geri Kazanımı ve Sıfır Atık Süreci

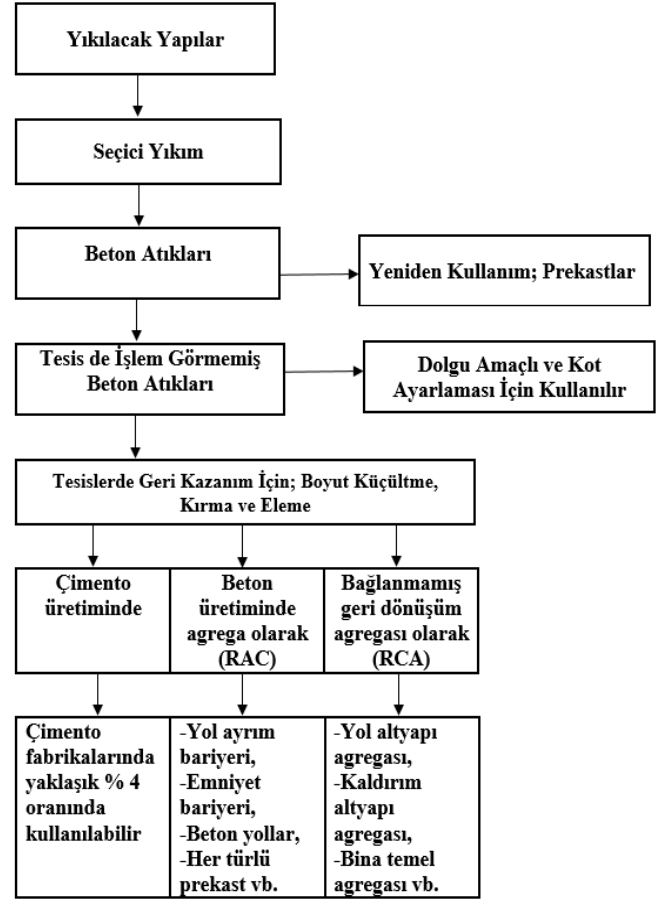
Atık sorunu sanayi devriminden sonra ortaya çıkmış bir problemdir. Sanayi devrimine bağlı olarak üretim çok artmış ve çeşitlenmiştir. Bu süreçte oluşan atıklar doğanın bir parçası olmadığı için yok edilememiş ve geleneksel noktada sanayileşmiş ülkeler, gittikçe artan atık miktarı karşısında çaresiz kalmışlar ve çözüm olarak atıkları ikincil hammadde görerak yeniden kullanmak için geri dönüşümü bir çıkış yolu olarak görmekteyler.

Kaynakta ayırıştırmanın; verimli geri kazanım, düşük geri kazanım maliyeti, israfın önüne geçilmesi gibi avantajları vardır. Dezavantajları ise inşaat sahasında birden çok konteyner ihtiyacı olması, malzemelerin ayırıştırılması için işçi ihtiyacı olması, taşıma işlerinin zorlaşması gibi durumlar sayılabilir. Karışık toplamanın ise inşaat sahasında daha az konteynere ihtiyaç duyulması, malzemelerin ayırıştırılması işi için işçiyi ihtiyaç duyulmaması, malzemelerin nakliyesinde kolaylık ve uygulama kolaylığı gibi avantajları olup, daha verimsiz geri kazanım ve yüksek geri kazanım maliyeti gibi dezavantajları vardır (Akça, 2014: 39).

Sıfır atık yönetiminde atık azaltma, geri dönüşüm, binaların ve yapı malzemelerinin etkin kullanımı, döngüsel ekonomi için kritik konulardır. Günümüzde inşaat malzemelerinin geri dönüşümüne yönelik olarak, seçici yıkım yapılması ve gelişen teknolojiler, fırsatlar ve zorluklar sunmaktadır. İYA geri dönüşümünde en kritik ve ana konu, beton, tuğla, duvar, taş, fayans gibi malzemelerin geri dönüştürülmesidir.

4.1 Betonun Geri Dönüşümü

Hem çevre ve kaynakların korunması hem de kaynakların israf edilmemesi için beton üretiminde gerekli olan malzemeler için alternatif kaynaklar araştırıldığında ilk akla gelen geri kazanılmış agregalardır. Çimento ve beton üretiminde çok fazla agrega kullanılmakta olup, doğal agregaların yanında belirli oranda geri kazanılmış agregalarda kullanılmaktadır. Çimento için alternatif olarak bağlayıcı özelliği olan yüksek fırın cürufu, agrega için ise beton atıklarından elde edilen geri kazanılmış agrega kullanımı için araştırmalar yapılmaktadır. Dünya genelinde geri kazanılmış agrega ile ilgili standartların incelenmesi sonucunda bu tip agregalarla ilgili olarak agrega deney sonuçlarına, atığın kaynağına ve atığın içeriğine göre bazı sınıflandırmalar yapılmaktadır. Bu sınıflandırmalar sonucunda geri kazanılan agregaların, beton agregası olarak kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmektedir (Çakır, 2012: 4).



Şekil 6: Beton Atıkları Geri Dönüşümü ve Döngüsel Sıfır Atık Süreci

Bununla birlikte kısa, orta ve uzun vadeli performansla ilgili pek çok olumlu araştırma bulgularına rağmen, işlenmiş beton atıkları, ağırlıklı olarak yapısal betondaki doğal agrega yerine belirli oranda kullanılmaktadır. Bu konuda dünyadaki uygulamalar ve Ar-Ge çalışmaları giderek artmaktadır. Şekil 6'da beton atıklarının değerlendirilebileceği yerler ve döngüsel yapı içerisindeki sıfır atık süreciyle ilgili şekil görülmektedir.

İYA'nın farklı kompozisyonlar içermesi sebebiyle, kullanım öncesi kaliteyi bozacak malzemenin fabrikaya gelmeden önce ayırıştırılması ve sadece uygun olan malzemenin sevk edilmesi gerekmektedir. Yani çimento fabrikalarında kullanılacak İYA agregası uygun bir kaliteye sahip olması gerekmektedir. İYA'nın kırılması, ayrılması ve ayıklanması sahip olduğu kaliteyi doğrudan etkileyecek faktörlerdir. Dolayısıyla İYA'nın çimento sektöründe kullanılması, kullanım için ilave yatırım maliyetlerinin karşılanması ve işletme sırasında karşılaşılan ek maliyetlerin telafi edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bunun teşvik politikaları oluşturulmalıdır (TÜBİTAK MAM, 2015: 81-91).

Geri dönüştürülmüş agrega kullanılarak üretilen betona, geri dönüşümlü agrega betonu, Recycled Aggregate Concrete (RAC) denir. Sertleşmiş betonun yeni beton üretimi için agrega haline dönüştürülmesi, betondan daha yüksek geri dönüşüm kalitesi olarak kabul edilir. Atık betonun işlenmesi ile üretilen agregalara, geri dönüştürülmüş beton agregası, Recycled Concrete Aggregate (RCA) denir. Betonun, bağlı olmayan yol malzemesi olarak geri dönüşümü ile elde edilen agregaların kullanım alanları oldukça fazladır. Kırılmış betonun, bağlı olmayan yol malzemesi, altyapı veya dolgu olarak kullanılmak üzere ikincil hammaddelere geri dönüştürülmesi genellikle tüm dünyada kullanılmaktadır.

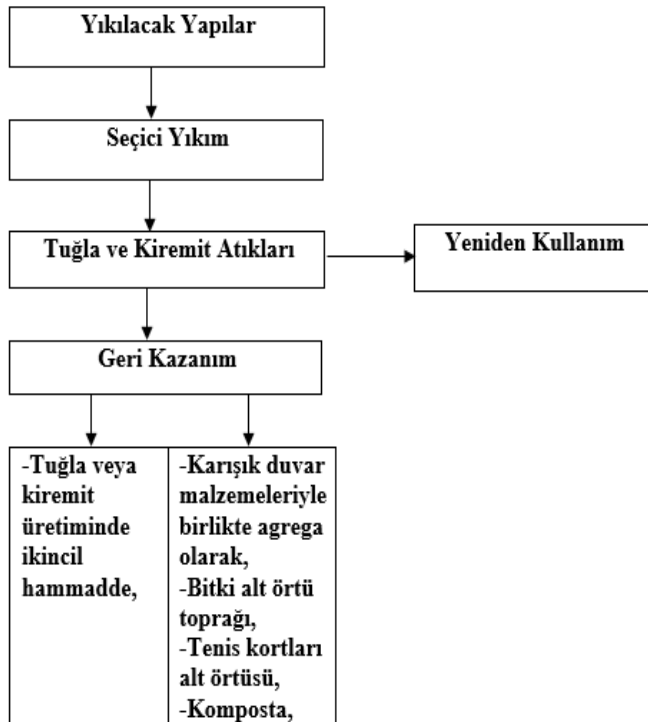
Parçacık büyüklüğüne bağlı olarak, geri dönüştürülmüş agregalar, yol inşaatları, kaldırımlar veya binaların altındaki doğal kum veya taş yerine kullanılabilir.

İşlenmiş beton ve duvar malzemeleri, dolgu yapmak amacıyla pek çok yerde kullanılmaktadır. Çukurların doldurulması, kotların ayarlanması ve yükseltilmesi için maden sahaları ve katı atık depolama sahalarında platform yapılmasında, kanallarda, bina yapımları için tesviye amacıyla, büyük inşaat sahalarında kot ayarlaması gibi çalışmalarda çokça kullanılır. Yine özellikle belediyeler kırılmış beton malzemelerini altyapı çalışmalarında ve kot ayarlaması için yaptıkları inşaat sahalarında, yol, kaldırım ve parklarda kullanabilirler.

4.2 Kâgir Malzemelerin Geri Dönüşümü

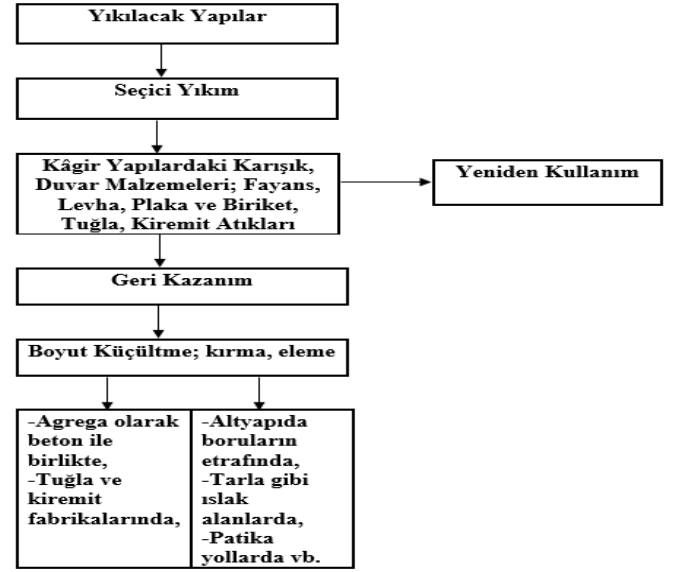
İnşaatlardaki duvar işlerinde, kâgir malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuğla ve kiremit ürünlerinin çoğu potansiyel olarak geri dönüştürülebilir. Tuğlalar, duvar plakaları ve fayanslar farklı biçimde geri dönüştürülebilir. Tuğla, duvar ve fayans geri dönüşüm hiyerarşisine bakıldığında, sıralama yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım şeklindedir. Öncelikle tuğla, duvar elemanları ve fayansların yeniden kullanımı değerlendirilmelidir. Yeniden kullanılmayan kırılmış tuğla ve fayansların yeni ürünlerde, bağlı veya bağlı olmayan geri dönüşümü yapılabilir. Ya da dolgu olarak, peyzaj ve duvar yapımı çalışmalarında kullanılabilir.

Tuğla ve kiremit atığı kullanılarak yapılan laboratuvar ve endüstriyel ölçekli deneysel çalışma sonucuna göre %30 oranında tuğla ve kiremit atığının tuğla ve kiremit hammaddesine eklenmesi durumunda tuğla ve kiremit üretim prosesinde herhangi bir sorun oluşmamaktadır. Bu durumda tuğla ve kiremit atığı herhangi bir ön işlem gerektirmeden kil ile karıştırılarak uygulamaya geçilmesine olanak sağlamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2015: 18-45). Şekil 7'de tuğla ve kiremit atıklarının geri dönüşümü ve dögüsel olarak sıfır atık süreci görülmektedir.



Şekil 7: Tuğla, Kiremit Atıkları Geri Dönüşümü ve Dögüsel Sıfır Atık

Bütün tuğlaların, çatı kiremitlerinin ve levhaların tekrar kullanılması mümkündür. Bunun yanında ikincil hammaddeleri üretmek için tuğla ve fayanslar hammadde olarak geri dönüştürülmektedir. Ayrıca, yeni beton üretiminde agrega olarak da kullanılmaktadır. Diğer uygulamalar olarak, kedi kumu, tenis kordu altlığı, yürüyüş yerleri ve oyun alanlarında altyapı malzemesi olarak kullanılabilir. Dolgu malzemesi olarak, bina temelleri, çevre düzenlemesi, vb. yerlerde, kırılmış tuğlaların dolgu olarak doğrudan kullanımına ek olarak, toprağın su içeriğini azaltmak ve sıkıştırma özelliklerini iyileştirmek için nem tutma özelliğinden dolayı atık tuğlalar toprağı da karıştırılabilir. Şekil 8'de karışık duvar atıklarının geri dönüşümü ve dögüsel olarak sıfır atık süreci görülmektedir.



Şekil 8: Duvar Atıkları Geri Dönüşümü ve Dögüsel Sıfır Atık Süreci

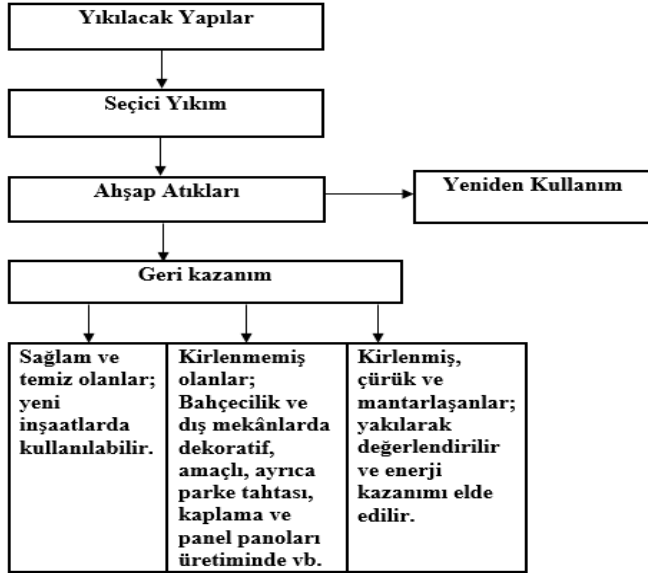
Karışık duvar malzemelerinden seramikler, beton ve tuğla ile geri dönüşüme girebildiğı gibi çeşitli katkıları yapılarak tekrar aynı amaçla kullanılabilir. Ayrıca kullanılmış seramik parçaları kırılarak camlar ile birlikte de geri dönüştürülerek dekoratif malzeme olarak, tezgâh üretimi vb. amaçlar için kullanılmaktadır. Bunlarla birlikte kullanılmış mermer ve diğer doğal taşlarda sınıflandırılıp geri dönüştürülerek duvarlarda, döşemelerde, kaldırımlarda, dekoratif ürünlerde vb. amaçlar için kullanılabilir (Kılıç, 2012: 13).

Bu malzemeler en çok, geri dönüşüm amacıyla, tuğla veya kiremit fabrikalarında kullanıldığında en etkili ve verimli olarak değerlendirilmiş olur. Kırılmış tuğla ve fayanslar bitki alt tabakalarında da kullanılabilir. Bu malzemeler, kompost içerisine organik malzemelerle karıştırılabilir ve özellikle yeşil çatı uygulamalarında kullanılabilir. Bu malzemelerin gözenekli olması kuru dönemlerde nemlilik sağlar ve bitkiler için fayda sağlamaktadır. Bunun yanında kırılmış tuğla ve fayanslar özellikle tarla gibi ıslak alanlarda ve küçük patika yollara doldurulabilir ve stabil malzeme olarak kullanılabilir.

Hem beton blok kırıkları hem de karışık haldeki inşaat ve yıkıntı atığı ile hazırlanan alt temel malzemelerin maliyeti, kalker agrega ile hazırlanan temel maliyetinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca Karışık İYA malzemelerinin asfalt alt temel malzemesi olarak optimum %50 oranında kullanılabileceğı hesaplanmıştır (TÜBİTAK MAM, 2015: 66-79).

4.3 Ahşap Malzemelerin Geri Dönüşümü

Birçok ahşap ürün mevcut boyut ve şekillerde yeniden kullanılabilir. Temizlenmiş ve çivisiz ahşap levhalar yeni inşaatte tekrar kullanılabilir. Kirlenmemiş ahşaplar, bahçecilik ve dış mekânlar da dekoratif amacıyla veya parke tahtaları, kaplama ve panel panoları üretiminde kullanılmak üzere yeniden tasarlanarak kullanılabilir. Ahşap malzemelerde çürüme olmadığı ve tehlikeli atıklarla muamele görmediği sürece değerlendirme imkânı çok geniş olup, geri dönüşümünü büyük oranda sağlamak her zaman mümkün olabilmektedir. Türkiye’de daha çok İYA içerisinde geri kazanılan ahşap malzemeler odun ve kömür gibi yakıt olarak kullanılmaktadır. Ancak, İYA içerisindeki bu ahşap malzemelerin değerlendirilme imkânları oldukça geniş olup, belediyeler bu konularda farklı projeler üretebilirler. Bu malzemeler özellikle yeşil alanlarda çitlerin yapılması, çevre düzenlemelerinde ve dekoratif amaçlı çalışmalarda kullanılabilir. Şekil 9’da kâğıt yapılarıdaki ahşap atıklarının nasıl geri dönüştürüleceği ve dögüsel olarak sıfır atık



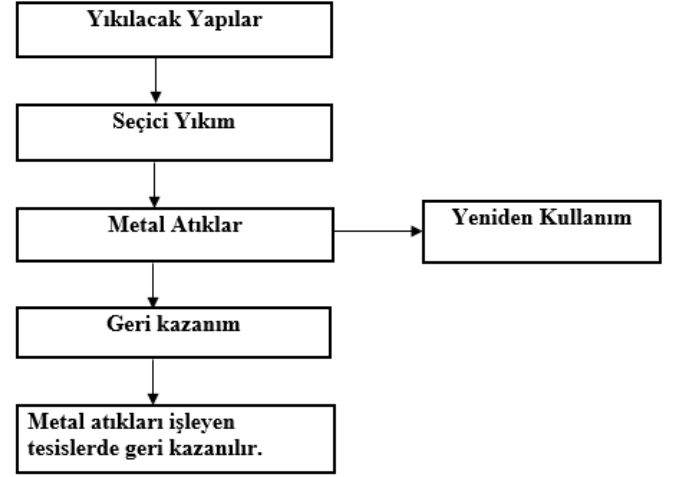
Şekil 9: Ahşap Atıklarının Geri Dönüşümü ve Dögüsel Sıfır Atık

4.4 Metallerin Geri Dönüşümü

Bina yapımında taşıyıcı sistem içerisinde betonla birlikte demir ve çelik kullanılmaktadır. Kentsel dönüşümde yıkılan binalarda bu demir/çelik ve diğer metaller geri kazanılır. Metallerin geri dönüşümü her zaman mümkündür. Yüksek oranda işlenmiş demir dışı metaller, özellikle alüminyum, bakır ve çelik gibi metaller her zaman geri dönüştürülmektedir.

Genel olarak, metallerin geri dönüşümü kapsamında, inşaat çeliğinin, çatı kaplama plakaları, vb. yeniden kullanıldığı gibi metal aletler, yapılarda bulunan diğer bazı metaller yeniden kullanılabilir. Bütün metallerin, hurdaya çıkan çeliklerin, alüminyumların, bakırların geri dönüşümü %100 olarak yapılmaktadır. Şekil 10’da demir ve diğer metal atıklarının geri dönüşümü ve dögüsel yapıya bağlı sıfır atık süreci görülmektedir. Metallerin geri dönüşümünde genel olarak bir sorun yaşanmamaktadır.

sürecinin nasıl işleyeceği görülmektedir.

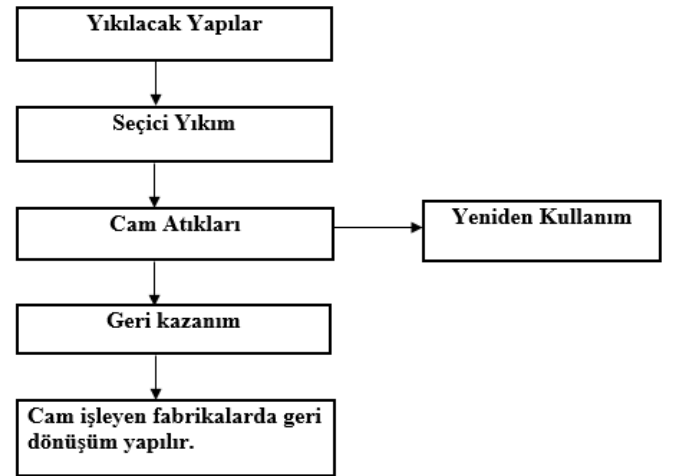


Şekil 10: Metal Atıklarının Geri Dönüşümü ve Dögüsel Sıfır Atık

4.5 Metallerin Geri Dönüşümü

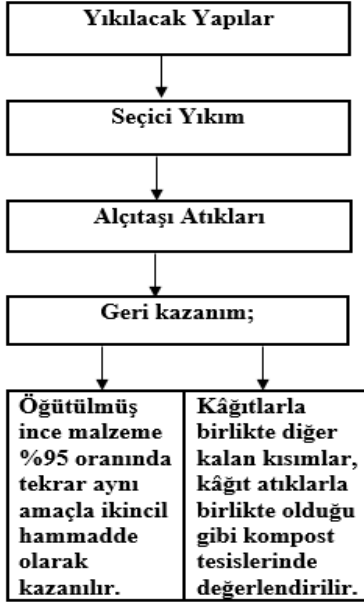
Binalarda farklı amaçlarla birçok malzeme kullanılır. Alçı taşları, camalar ve plastikler bunların başında gelir. Bu malzemelerin de seçici yıkım sürecinde kaynağında ayrıştırılıp tasnif edilmesi halinde geri dönüşümleri yapılmaktadır. Yıkılan yapılarda, ekonomik değeri olan farklı malzemeler kullanılmıştır. Bu farklı malzemelerin her birini çevre hassasiyetiyle hem kaynakları israf etmeden hem de ekonomik olarak kazanç sağlamak için değerlendirilmesi, geri dönüştürülmesi gerekmektedir.

Şekil 11’de cam atıklarının geri dönüşümü ve dögüsel yapıya bağlı sıfır atık süreci görülmektedir. Görüldüğü gibi geri kazanım odaklı çalışmalar yapıldığı zaman, kullanılan malzemelerin geri kazanımı mümkün olmaktadır. Ancak camlar ayrıştırıldığı zaman yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından toplanarak veya teslim alınarak, cam üretim fabrikalarından geri kazanımı sağlanmaktadır. Ülkemizde bu konuda yasal altyapı mevcut olup, belediyeler bu konuda yetkilendirilmiş kuruluş ile anlaşma yapmaları halinde, kentsel dönüşüm başta olmak üzere her alanda oluşan atık camların geri kazanımını sağlayabilirler.



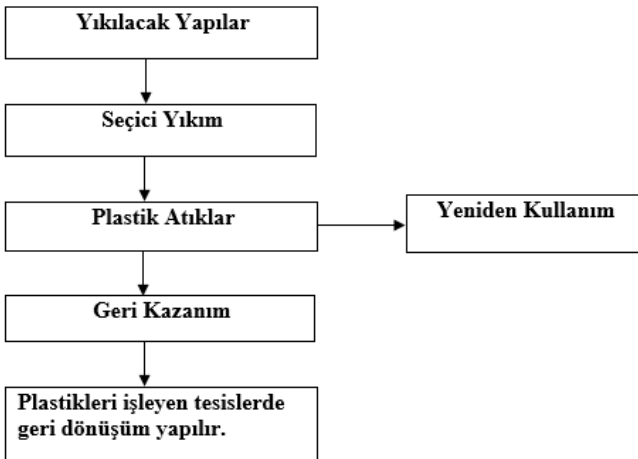
Şekil 11: Cam Atıklarının Geri Dönüşümü ve Dögüsel Sıfır Atık

Şekil 12’de alçıtaşı atıklarının geri dönüşümü ve döngüsel yapıdaki sıfır atık süreci görülmektedir. Toplanan alçıpenlerin geri dönüşüm akış süreci, birkaç adımdan sonra gerçekleşmektedir. İlk olarak, alçı levhaların kâğıt katmanları mümkün olduğunca çıkarılır, daha sonra alçı tozu haline getirilir ve sonunda bu toz alçı levha üreticilerine geri gönderilir ve yeni alçı levhalar üretilebilir. Geri dönüşüm faaliyetleri, belirli ulusal mevzuata, vatandaş bilincine, çevre duyarlılığına ve özellikle geri dönüşümle ilişkili ekonomik faaliyeti teşvik edecek bir pazarın ve atık borsasının varlığına bağlı olarak daha iyi çalışmaktadır.



Şekil 12: Alçıtaşı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Döngüsel Sıfır Atık

Şekil 13’de plastik atıkların geri dönüşümü ve döngüsel yapıya bağlı sıfır atık süreci görülmektedir. Kentsel dönüşüm sürecinde, yıkılacak binalarda pek çok malzeme ve eşya ortaya çıkar. Bunlar, modern zaman lavaboları, mutfaklar, fırınlar, musluklar, şömineler, duş kabinleri, sıcak su üniteleri, ahşap kirişler, süpürgelikler, döşeme tahtaları, pencereler, mutfak ve vestiyer, dolaplar, kapılar ve pencereler gibi materyalleri içerir. Türkiye’de bu tür materyaller sıklıkla hurdacılar ve küçük ölçekli yenileme çalışmaları yapan firmalar tarafından değerlendirilmektedir.



Şekil 13: Plastik Atıkların Geri Dönüşümü ve Döngüsel Sıfır Atık Süreci

5. Tartışma

Türkiye’de sıfır atık yönetimi son zamanlarda çokça tartışılmaktadır. Bu konuda vatandaşlara, bütün kuruluşlara, özellikle belediyelere büyük görevler düşmektedir. Ülkede, özellikle büyükşehirlerde devam eden kentsel dönüşüm faaliyetlerine bağlı olarak çok fazla İYA oluşmaktadır. Sıfır atığın anlamı, mümkün olduğunca atık oluşturmamak ve atık bertaraf tesislerine atık göndermemektir. Ancak bunun aksine ülkede çok fazla İYA oluşmakta ve bu atıklar daha çok bertaraf için dolgu alanlarına gönderilmektedir. Kentsel dönüşüm atıklarının yönetiminde, bertaraf alanlarına İYA göndermemek için en başta kaynakların verimli kullanılmasından başlayarak, malzemelerin yaşam döngülerinin sıfır atık yönetimi anlayışı ile iyi yönetilmesi gerekmektedir. Türkiye’de sıfır atık yönetimi organik atıklar ve ambalaj atıkları gibi bazı atık grupları için tartışılmakta, fakat kentsel dönüşüm atıkları için böyle bir gündem bulunmamaktadır. Halbuki, kentsel dönüşümün devam ettiği büyük şehirlerde kentsel dönüşüm atıkları oluşan atık grupları içerisinde kütleli olarak en büyük atık grubunu oluşturmaktadır. Bu alanda öncelikle seçici yıkım yapılarak, İYA’nın kaynağında ayrıştırılması ve sıfır atık yönetimi anlayışına uygun şekilde sistem kurulması halinde israfın önlenmesi, kaynakların korunması ve çevrenin korunması daha iyi sağlanabilir.

6. Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde yapılan kentsel dönüşüm çalışmalarına bağlı olarak, çok fazla İYA oluşmaktadır. Bu çalışmada, İYA bileşenleri ayrı ayrı ele alınarak, sıfır atık yönetimi yaşam döngüsü sürecinde İYA bileşenlerinin nasıl değerlendirileceği şekillerle anlatılmıştır. Ayrıca sıfır atık yönetimi yaklaşımına uygun olarak, inşaat malzemeleri için nasıl bir yaklaşım sergileneceği ortaya konulmuştur.

Belediyeler entegre atık yönetimi ve sıfır atık yönetimi anlayışına uygun olarak, oluşan kentsel dönüşüm atıklarını bertaraf alanlarına göndermeden ve yeniden değerlendirmek için İYA’nın oluştuğu kaynaklara yakın mobil veya sabit İYA geri kazanım tesisleri kurabilir veya kurdurabilirler. Belediyeler İYA geri dönüşüm tesislerinde geri kazanılacak İYA ürünlerinin değerlendirileceği yerleri belirleyerek ilgili firmalarla anlaşmalar yapabilir ve kendileri öncelikli olarak yol, kaldırım, altyapı çalışmaları, park bahçe alanları ve daha farklı alanlarda dolgu amacıyla kullanabilirler.

Sıfır atık yönetimi yaklaşımı Türkiye’de oldukça kabul görmektedir. Bu sürecin çok verimli değerlendirilmesi ve sıfır atık yönetim sisteminin iyi kurulması, kurulan sistemin etkin ve verimli olarak işletilmesi gerekmektedir. Her konuda olduğu gibi atık yönetimi konusunda da toplum bilinçlendirilmelidir. İnsan, yaşam tarzını atık üretmemek ve israf etmemek üzerine kurgulaması halinde, büyük ölçüde atık oluşumunun önüne geçilecek, kaynaklar daha iyi yönetilecek ve çevre daha iyi korunabilecektir.

Teşekkür

Yaptığım çalışmada, bilgilerinden yararlandığım bilim insanlarına ve kurumlara değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Kaynaklar

Akça, Kutalmış Recep. «Kentsel Dönüşüm Sürecinde İnşaat Atık Molozlarının Geri Kazanılması.» *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: T.C. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programı,

Haziran 2014.

Aktaş, Zeki. «Uzmanlık Tezi İller Bankası Anonim Şirketi.» *Bina Yıkım Atıklarının Altyapı Projelerinde Değerlendirilmesi*. Ankara: İLBANK, Eylül 2015.

Çakır, Özgür. «Geri Kazanılan Agregaların Beton Üretiminde Yeniden Kullanılabilirliğinin Araştırılması Sonuç Raporu.» *Araştırma Projesi*. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Eylül 2012.

Çolak, Yunus. «Planlamada Adil Kent Yaklaşımı Çerçevesinde Kentsel Dönüşüm Uygulamalarının İncelenmesi: İstanbul Esenler İlçesi Örneği.» *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: T.C. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir Ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Kentsel Dönüşüm Ve Planlama Programı, Ağustos 2013.

Güllü, Gültekin. «Kentsel Dönüşüm Atıklarının Yönetimi: Esenler Belediyesi Örneği.» İstanbul: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2020.

—. «Kentsel Dönüşüm Atıklarının Yönetimi: Esenler Belediyesi Örneği.» *Doktora Tezi*. İstanbul: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Şehircilik ve Kentsel Dönüşüm Bilim Dalı, Haziran 2020.

İSTAÇ. *İYA Geri Dönüşüm Malzemesi Kullanılabilir Alan ve Malzeme Kalitesinin Araştırılabilirliği Araştırması*. Araştırma, İstanbul: İSTAÇ, 2013.

Johnson, Bea. *Zero Waste Home: The Ultimate Guide to Simplifying Your Life by Reducing Your Waste Paperback*. 2013.

Kılıç, Nurel. «AR-GE Bülteni, Sektörel.» *Kentsel Dönüşümde Geri Dönüşüm Atağı*. İzmir: İzmir Ticaret Odası, 2012.

Lauritzen, K. Erik. *Construction, Demolition and Disaster Waste Management An Integrated and Sustainable Approach*. Florida: Taylor ve Francis Group, 2019.

Ölmez, Esra, ve Şenol Yıldız. «Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları”08 Sempozyumu.» *İnsan ve Çevre Sorunları”08 Sempozyumu*. İstanbul: İSTAÇ, 2008.

«Sıfır Atık Yönetmeliği.» *Yönetmelik*. Ankara: 30829 Sayılı Resmi Gazete, 12 Temmuz 2019.

TÜBİTAK MAM. *İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi, Fizibilite Raporu*. Fizibilite Raporu, Kocaeli: TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü, 2015.

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. *Türkiye İnşaat Malzemeleri Sektör Görünüm Raporu*. Sektörel, Ankara: TOBB, 2011