İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm Çalışmalarının Geliştirilmesi ve Ekonomi Üzerine Etkileri

The Development of Recycling in the Construction Industry and Its Effect on the Economy

Asst. Prof. Dr. Fatih Kürşat Fırat (Aksaray University, Turkey)

Mr. Fahri Akbaş (Aksaray University, Turkey)

Abstract

The growth in world population, global climate change, consumption habits of people, and the excessive use of prime materials, causes natural resources to decline rapidly. We waste more energy during the process of production, operation and transportation of materials than ever. Perhaps one of the most important challenges that our generation faces is to create an economy that prevents waste. Considering limited resources, countries are searching for new methods of recycling and reusing waste material.

Recycling is one primary way to reduce the consumption of natural resources. Waste material can go through a reproduction process with various physical and chemical transformation methods. The recycling of petrochemicals used in the automotive industry, electrical appliances, steel and cement industries, and the improvement of the transportation sector can reduce energy consumption and raw material significantly. Investment in recycling facilities can maximize profits by turning waste back into the economy.

In Turkey, the improvements on the subject of recycling of materials such as plastics and paper are observed. However, we almost see no recycling in the construction industry, except iron and steel sector. Demolition materials in other countries are included in the reproduction processes through recycling. Thus both the benefits of reducing energy consumption and carbon emissions are at a minimum. Therefore, this study focuses on the recycling in the Turkey construction industry. The research also investigates the impact of recycling of construction materials to the economy and the environment based on the data and knowledge obtained from some European countries.

1 Giriş

İnsanın etrafındaki her şeyi kapsayan ve hayatın devamı için gerekli ortamlardan birisi olan çevre ile ilgili problemler giderek artmakta hem doğayı hem de tüm insanlığı tehdit eder hale gelmektedir. Son yıllarda doğal kaynakların hızla azalmasıyla birlikte küresel iklim değişikliklerinden dolayı çevre sorunlarına verilen önem hızla artmaktadır. Çevresel problemlerle birlikte çevresel tahribatlar da hızla artmaktadır ve bu yıkımlarda insan baş sorumlu olarak karşımıza çıkmaktadır. Küreselleşmeyle birlikte teknolojik ve bilimsel olarak da hızlı bir değişim süreci yaşanmaktadır. Çevresel tahribattan en çok etkilenen insan olmasına rağmen bu yıkımlara neden olan da çevrenin yeniden eski haline getirilmesi için kullanılacak bilimsel ve teknolojik altyapıya sahip olan da insanoğludur. Doğal çevre kendini yenileyebilen bir özelliğe sahip olmasına rağmen insan eliyle sonradan bozulmuş olan çevrenin kendini eski hale getirmesi her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Her ne kadar çevre sorunları ile ilgili çok fazla eğitim ve bilinçlendirme çabaları yapılmakta, bazı yasa ve yönetmelikler çıkarılmakta ve uluslararası anlamda bir takım anlaşmalar imzalanmakta olsa bile; en büyük sorun, bu çalışmaların küresel ısınma başta olmak üzere çevre sorunlarının yıkıcı etkilerinin azaltılması açısından çok fazla etkili ve yeterli olmadığı gerçeğidir.

Günümüzde Asya ve Latin Amerika'nın yükselen ekonomileri daha kaynak yoğun bir sanayileşmeye geçerek binalar, su ve kanalizasyon sistemleri, havaalanları, elektrik şebekeleri sulama kanalları, demiryolları ve diğer altyapı unsurları gibi büyük boyutta enerji, metal, mineral ve diğer yenilenemez kaynaklara ihtiyaç duyan yapılar ve sistemler inşa etmektedirler. Bu yapıların inşası ve sonrasında toprak, hava ve su ortamları belirli oranda etkilenmektedir. Sanayileşmiş ülkelerin bitmeyen malzeme talebi, büyümekte olan ekonomilerin gelişme hızı ve modern yaşamın malzemeleri kullanıp atma alışkanlığı sorunları da beraberinde getirmektedir (Worldwatch Enstitüsü, 2013). Dünyada yaşanan küresel ısınma gibi iklimsel değişimler ve hızla nüfus artışı etkisiyle doğal kaynakların tükenmeye başlaması, atıkların daha verimli kullanılması gerçeğini ortaya koymuş, son zamanla hükümetlerin çevre bilincini arttırma çabaları ile birlikte geri dönüşüm kavramı hızla yayılma başlamıştır. Sınırlı olan doğal kaynaklardan üretilen ürünlerin tam ve etkin kullanımı ile olduğu şekliyle kullanılamaz hale gelen ürün ve kaynakların bir takım kimyasal ve fiziksel işlemlerden geçmesi ile yeniden kullanımına veya daha farklı bir amaçla tüketilmelerine yönelik çalışmalara olan ilgi hızla artmaktadır. Üreticilerin daha düşük maliyet ile piyasanın ihtiyaçlarını giderme ve daha kaliteli ürün pazarlama istekleri, tüketicilerin de daha düşük fiyata daha kaliteli ürüne sahip olma arzuları geri dönüşüm uygulamalarıyla ürünlerin yeniden kullanılmasını ön plana çıkarmıştır.

Modern kullan-at ekonomisi malzemelerin üretim, işletim ve boşaltım süreçlerinde sadece malzemelerin kendisini değil bu malzemeleri kullanılacak hale getiren enerjiyi de israf etmektedir. Plastik, suni gübre, çelik, çimento ve kağıt üretimi de dahil olmak üzere sanayi üretimi, küresel enerji tüketiminin % 30' undan fazlasını oluşturmaktadır. Otomotiv, elektrikli ev aletleri, inşaat, petrokimya, çelik sanayinde, çimento ve ulaştırma sektöründe, en verimli üretim sistemlerinin yanında geri dönüşümden yararlanılarak enerji tüketimi azaltılabilmektedir. Örneğin petrokimya sanayindeki fosil yakıt tüketiminin büyük bölümü hammaddeler için kullanıldığından, plastik gibi malzemelerin üretiminde verimli üretim sistemlerine geçilerek geri dönüşümden daha fazla yararlanılması, petrokimya sanayindeki enerji tüketimini azaltmaktadır. Kağıt ürünleri, cam, plastik, inşaat malzemeleri, otomobiller, elektrikli ev aletleri, evsel atıklar, ofis malzemeleri, uçak, dizel motor, bilgisayar, kıyafetler ve diğer ürünlerin yeniden kullanım ya da geri dönüşüm için kullanılmak üzere kolayca parçalara ayrılabilmesini sağlayacak tasarımların yapılması dünyayı atmosferdeki CO2 düzeyinin istikrarlı olduğu döneme geri döndürmek açısından önemli rol oynamaktadır (Brown, 2008). Geri dönüşümün literatürde yeni bir kavram gibi görünmesine rağmen, geçmişinin 1900'lü yıllara kadar dayandığı bilinmektedir. Kavram, II. Dünya Savaşı'nın ardından kaynakların azalması ve çevrenin kirlenmesiyle birlikte yavaş da olsa anlaşılmaya başlanmıştır.

1970'lerden beri dünya çapında tüm bu atıkların oluşumunu önlemek veya azaltmayla beraber geri kazanım veya geri dönüşüm yoluyla yeniden kullanma ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. İnşaat sektörünün ekonomi açısından önemli bir itici sektör olduğundan inşaat atıklarının doğru değerlendirilememesinin ekonomiye verdiği zararın boyutunun büyük olacağı tahmin edilmektedir. Katı atıkların hepsinde olduğu gibi inşaat sanayinde ortaya çıkan atıklar geri dönüştürülmediği takdirde ekonomik zararlara ilaveten ekolojik yıkımlarda hızlanacaktır. Geri dönüşümde malzemelerin toplanması, ayrılması, geri dönüştürülmesi ve tekrar kullanılması için profesyonel şirketler kullanılmaktadır. Kaynak israfını ve ortaya çıkan enerji krizini önlemek için gelişmiş ülkeler atıkların geri kazanılması ve tekrar kullanılması için çeşitli yöntemler aramış ve geliştirmişlerdir. Ne yazık ki ülkemizde diğer gelişmiş ülkelere nazaran demir-çelik ürünleri hariç inşaat endüstrisinde geri dönüşüm miktarı yok denecek kadar azdır.

İnşaat sektörü Avrupa Birliği'nin ekonomisine % 9,8 katkı sağlamakla birlikte, inşaat ve yıkıntı atıkları ekonomiye ve çevresel zarar vermektedir. İnşaat ve yıkıntı atıkları evsel olarak nitelendirilen atıklardan hacim olarak daha büyük bir yer işgal etmektedir. Avrupa'da II. Dünya Savaşı'ndan sonra inşaat ve yıkıntı atıklarıyla ilgili faaliyetler başlamış olup, küreselleşme süreci ile birlikte hızlanmıştır. Hollanda ve Almanya başta olmak üzere hemen hemen tüm Avrupa Ülkeleri geri dönüşümle ilgili olarak Atık Yönetim Kurumu düzenlemelerine dayalı olup, bu düzenlemeler teknolojik ve çevresel faktörleri içeren yöntem ve düzenlemeler içermektedir (Altındağ, 2011). Avrupa ülkelerinde inşaat/yıkıntı ve rehabilitasyon çalışmaları esnasında yıllık 175-370 milyon ton veya 0.5-1 ton/kişi/yıl inşaat/yıkıntı atığı olduğu tahmin edilmektedir (Ölmez ve Yıldız, 2008). Avrupa'daki geri dönüşüm çalışmalarının A.B.D.'ye oranla daha hızlı geliştiği söylenebilir. Ancak küreselleşmenin getirmiş olduğu değişimle A.B.D. ninde geri dönüşüm uygulamalarını arttırdığı görülmektedir.

ABD'de geri dönüşümü yapıp, tekrar kazanılan inşaat ve yıkıntı atıklarından metaller ve ahşap malzemeler ilk sırada yer almaktadır. Çin, Hindistan, Hong Kong gibi çoğu ülkenin inşaat sektörlerindeki büyümeyle birlikte artan inşaat ve yıkıntı atıklarını değerlendirdikleri büyük oranda geri kazandıkları tespit edilmiştir (Altındağ, 2011). Dünyadaki diğer ülkelerde Avrupa ve A.B.D.'nin geri dönüşümle ilgili sorumluluk duygularını ciddiye alarak sürdürülebilir bir dünya için yeni stratejiler geliştirmiştir.

Türkiye'de meydana gelen 1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1998 Adana-Ceyhan, 17 Ağustos 1999 Marmara, 12 Kasım 1999 Düzce, 2002 Afyon-Sultandağı, 2003 Bingöl depremleri ve en son 2011 yılında meydana gelen Kütahya-Simav ve Van depremlerinden sonra ciddi anlamda bir inşaat yıkıntısı meydana gelmiş olup ayrıca depremde yıkılmayan ama çok ciddi oranda hasar gören binalar ortaya çıkmıştır. Aşağıdaki resimlerde (Şekil 1) en son yaşanan büyük depremlerden olan Simav ve Van depremlerinde hasar gören ve yıkılması gereken iki bina görülmektedir. Depremler sonrasında elde edilen veri ve bilgiler Türkiye'nin mevcut yapı stokunun beklenen depremlere karşı yetersiz olduğunu ortaya çıkarmıştır (Fırat ve Yüçemen, 2014; Fırat ve Yüçemen, 2015). Bahsedilen bu depremlerden sonra yapı dayanımının artırılması için çeşitli bilimsel çalışmalar yapılmış, yapı tasarım kriterleri değiştirilmiş, çeşitli yönetmelik ve standartlarda revizyona gidilmiştir. Hâlihazırda var olan yapılar, yenilenen standart ve yönetmeliklerde bulunan tasarım kriterlerine uygun hale getirilme çalışmaları ülke ekonomisi göz önünde bulundurularak devam etmektedir. Ülkemizde genellikle kritik ekonomik faaliyetlerin bulunduğu, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu ve ciddi oranda enerji yatırımlarının bulunduğu bölgeler aynı zamanda deprem kuşağında yer almaktadır. Geçmişte bu bölgelerde meydana gelen depremler ülkede birçok can ve mal kayıplarına neden olmuş hatta ekonomik krizlerin meydana gelmesinde önemli bir parametre olarak kendini göstermiştir (Fırat, 2009; Fırat ve Soyu, 2014). Bu nedenle, şu anda kullanılan ama deprem tehlikesine karşın zayıf olduğu aşikâr ilgili standartlara uymayan binaların depreme karşı dayanımının artırılması amacıyla güçlendirilmesi ya da yıkılıp yeniden inşa edilmesi gerekmektedir. Bunun da ciddi anlamda inşaat atığı ortaya çıkaracağı görünen bir gerçektir.

a) Simav depremi sonrası yığma bir yapı

b) Van depremi sonrası betonarme bir yapı

Şekil 1. Depremlerden sonra hasar gören yapılar

Ülkemizde son zamanlarda kentsel dönüşüm maksadıyla birçok proje uygulanmaya başlamaktadır. Kentsel Dönüşüm; eskiyen veya bozulmaya uğrayan veya yakın bir gelecekte uğrayacağı tahmin edilen problemlili kentsel alanın ekonomik, toplumsal, fiziksel ve çevresel koşullarının iyileştirilmesine yönelik olarak uygulanan strateji ve eylemlerin tümü olarak tanımlanabilir. Yerleşim alanının kullanım maksadını yitirmiş veya gecekondular bölgelelerinde herhangi bir doğal afette şehrin hasar görmesi olası bölgelerinde yenileme, iyileştirme, sağlıklılaştırma amacıyla yapılan faaliyetleri kapsar. Ayrıca Şekil 2’de örnek olarak verilen zamanla şehrin merkezinde kalan sanayi ve pazar bölgelerinin (oto pazarı, hayvan pazarı) taşınması maksadıyla kentsel dönüşüm uygulanabilir (Altuntepe ve Fırat, 2013). Kentsel dönüşüm, ülkemizde son yıllarda çok önemli oranda yaşanan köyden şehire göç sonucu meydana gelen plansız şehirleşme sonucu ortaya çıkan birçok fiziksel ve toplumsal olumsuzluklardan kurtulmak için önemli bir aşamadır. Fakat kentsel dönüşümden sonra ortaya çok ciddi bir miktarda inşaat atığı ortaya çıkacaktır. Ülkemizde, inşaat atıklarının doğal çevreye zarar verecek şekilde biriktirilmesinin ya da gelişigüzel atılmasının önüne geçilmesi, bu malzemelerin geri dönüşümünün sağlanması amacıyla, 18 Mart 2004 tarih ve 406 Sayılı Resmi Gazetede “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” yayımlanmıştır. Örnek olarak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birçok kentsel dönüşüm planlanan İstanbul’da yıkılacak yapıların atıklarından elde edilen malzemelerin, Arnavutköy-Göktürk-Çatalca yollarının kesiştiği alanda bulunan 3 bin 500 hektarlık bölgeye yapılacak üçüncü havaalanında kullandırmayı planlamaktadır.

a) Kentsel dönüşüm öncesi mevcut hal

b) Kentsel dönüşüm sonrasına planlanan

Şekil 2. Aksaray sanayi sitesi kentsel dönüşüm planı

2 Geri Dönüşüm Kavramı ve İnşaat Endüstrisi Açısından Geri Dönüşüm

İktisatın genel tanımı olan kıt kaynaklarla sınırsız ihtiyaçların karşılanması olgusu, günümüzde yetersiz olan dünya kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması açısından önemli bir sorun haline gelmiştir. Kıtlik sorununun kaynaklar tükenmeden çözülmesi gerekmektedir. Kıtlik sorunu arz yetersizliğine anlamına gelmekte olup arz sorununun en önemli faktörü maliyet olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bir kaynağı çıkarmak için gereken enerji miktarı fazla ise, çevresel düzenlemeler basit çıkarma yöntemlerini yasaklarsa veya düşük kalite kaynakların ekonomik olarak işe yarar hale getirilmek için yoğun bir şekilde işlenmesi gerekiyorsa o zaman o kaynağı çıkarmak çok pahalıya mal olmaktadır. Teknolojik gelişmeler kaynak

çıkarma maliyetini düşürerek arzı arttırabileceği gibi geri dönüşüm de kaynak arzını arttırarak piyasalarda yaşanan kıtlığı azaltabilecektir.

Doğada var olan kaynakların günden güne azalmasıyla birlikte, mevcut atıkların yeniden bir hammadde kaynağı haline dönüştürülmesi, değerlendirilmesi, işlenmiş hammaddelerin yeniden kullanılması, geri dönüşüm ve bu atıkların azaltılması ve yönetimi konusunu gündeme getirmiştir. Metal hurda toplama, atık kağıt dönüşümü, cam şişeler için depozito uygulamaları uzun zamandır yapılmaktadır. Aslında geçmiş zamanlarda kullanılmış ürünler ve malzemeler tekrar kullanılmaktaydı. Ancak teknolojinin günümüzdeki kadar gelişmediği o dönemlerde kullanılan ürünlerin yeniden kullanılması kısıtlı olanaklarla yapılabilmekteydi. Küreselleşmeyle birlikte teknolojik yenilikler hızla artmış, geri dönüşüm imkanları çok geniş bir alana yayılmıştır.

Atık, doğayı olumsuz yönde etkileyecek miktarda çevreye boşaltılan, sıvı, katı, gaz ya da radyoaktif istenmeyen her türden maddeler olarak ifade edilebilir (Bayramoğlu, 1995). Atıklar çevreye olan etkileri bakımından zararlı ve zararsız atıklar; yapılarına göre sıvı, katı, gaz atıkları; kaynaklarına göre ise, evsel, endüstriyel, ticari, kurumsal, tarımsal (zirai) ve özel atıklar olarak sınıflandırılabilir (Tenikler, 2007). 2 Nisan 2015 tarihli 29314 sayılı resmi gazetede yayınlanan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atık Yönetimi yönetmeliğinde geri dönüşüm ve geri kazanım kavramları tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre: “Geri Dönüşüm: Enerji geri kazanımı ve yakıt olarak kullanımı ya da dolgu yapmak üzere atıkların tekrar işlenmesi hariç olmak üzere, organik maddelerin tekrar işlenmesi dâhil atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere, malzemelere ya da maddelere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemi; Geri kazanım: Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yerine ikame edilmek üzere atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesidir.” Geri dönüşüm de ürünler özelliklerini tamamen kaybetmekte olup, ürün yenileştirme, ürün tamiri, ürünü yeniden kullanma, ürünün yeniden üretimi gibi faaliyetler, kullanılmış ürünlerin özelliklerinin ve fonksiyonlarının korunmasını sağlamaktadır (Acar ve Köseoğlu, 2014).

Atık yönetimi, atık ürünlerin meydana geldiği kaynaktan oluşumunun önlenmesi, önlenilemeyen durumlarda atıkların azaltılması, yine aynı kaynaktan kullanılabilirliğinin sağlanması, toplanması, türüne göre ayrılması, geçici olarak toplanması, toplanan bu atıkların ilgili yerlere taşınması, geri dönüştürerek yeniden kullanılması, geri kazanılması, yok edilmesi, yok edilme işlemi sonrası denetim faaliyetlerini kapsamaktadır. Geri dönüşülebilir atıklar öncelikle kaynaktan ayrıştırılmakta ve ürün geri alımı sürecinde ürünlerin ya da ambalajların kullanılabilen kısımları toplanmaktadır. Ürünlerin bileşenlerini oluşturan parçalar sökme işlemi ile gruplandırılmakta ve atıklar arasında sınıflandırma (cam, plastik ve kağıt gibi) yapılmaktadır. Geri dönen ürünlerde stok kontrolü yapılmakta ve geri dönüştürülecek malzemeler kimyasal ve fiziksel değişime uğratarak yeni bir malzeme üretilmektedir. Böylece geri dönüştürülen ürünler kullanılarak ekonomik kazanım sağlanmaktadır (Guide vd., 1999).

Doğal kaynakların korunması ve verimli kullanılması için geri dönüşüm oldukça önemlidir. Aynı zamanda malzeme üretiminde endüstriyel işlem sayısının azalması ile enerji tasarrufu da sağlanmaktadır. Hedeflerin sonuca ulaşmasıyla birlikte geri dönüşüm sayesinde hem geleceğe hem de ekonomiye yatırım yapılmaktadır. Geri dönüşüm sayesinde arz arttırılacak, maliyetlerin düşecek, maliyetlerin düşmesiyle fiyatların düşecek, toplumsal baskılar ortadan kalkacak, yasal zorunluluklar yerine getirilecek ve en önemlisi de çevre kirliliği azaltılacaktır. Sonuçta hem yaşayan toplumların hem de gelecek nesillerin doğal kaynaklardan daha fazla yararlanmasına ve daha kaliteli bir hayat yaşamasına imkân sağlayacaktır. Tablo 1’de birincil kaynaklara kıyasla geri kazanımın sağladığı enerji tasarrufu oranları verilmektedir. Buna göre alüminyumda en yüksek enerji tasarrufu sağlanırken çinko en düşük enerji tasarrufu sağlayan metal olarak görülmektedir.

Metal/Malzeme	Enerji Tasarrufu
Alüminyum	95
Bakır	85
Demir-Çelik	74
Kurşun	65
Çinko	60
Kağıt	64
Plastik	>80

Tablo 1: Birincil Kaynaklara Kıyasla Geri Kazanımın Sağladığı Enerji Tasarrufu **Kaynak:**(Yazıcı, Deveci, 2009).

Ekonomik kalkınma ve sürdürülebilir istihdamın sağlanmasında inşaat sektörünün önemli bir yeri olup, bir ülkenin ekonomisinde büyümenin lokomotif niteliğinde bir sektördür. Bu yüzden bir ülkedeki inşaat sektörü ne kadar gelişmişse ekonomik büyümeye katkısı o kadar fazla olacaktır. Özellikle gelişmekte olan bir ülkedeki konjonktürel dalgalanmalardan başta inşaat malzemesi sanayi olmak üzere tüm inşaat sektörü önemli oranda etkilenecektir. İnşaat sektörü ve uygulamaları ülkedeki makro ekonomik politika değişikliklerinden de doğrudan etkilenecektir. Ayrıca, inşaat sektörü ağır sanayi yönünden çeşitli yatırım olanaklarına sahiptir. İnşaat malzemeleri de neredeyse tüm sanayiye doğrudan etkilemektedir. Hammaddenin en çok tüketildiği sektörlerden

birisi de inşaat sektörüdür. İnşaat sektörü de diğer sektörler gibi ekonomik olarak imalat süreçlerindeki girdilerin maliyetini minimum seviyeye indirmeye, hammadde kullanımını ve enerji tüketimini mümkün olduğu kadar azaltmaya çalışmaktadır. Bu sektörde en çok kullanılan malzemelerin başında beton, asfalt, ahşap, alüminyum, demir gibi malzemeler gelmektedir. Bu malzemeler inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan başlıca malzemeler olup geri dönüşüm ve geri kazanım miktarları yüksektir. Bu açıdan bakıldığında, talep ve tüketim ilişkisi içerisinde geri dönüşümün özellikle inşaat alanında yaygın bir şekilde uygulanmasının kayda değer ölçüde ekonomik kaynak sağlayacağı görülmektedir. Barajlar, hidro elektrik santraller, nükleer enerji tesisleri, limanlar, deniz dolguları, kanallar, binalar, yollar, köprüler, tüneller, metrolar, gibi her türlü inşaat faaliyetleri ülkenin ekonomisini olumlu yönde etkilemesine rağmen doğal çevreye ciddi oranda zarar vermektedirler.

Son zamanlarda özellikle çevresel etkilerin artmasıyla özellikle katı atıkların kontrolü tüm toplumların üzerinde durdukları önemli bir sorun olmuştur. Kentsel katı atıkların yaklaşık %13-30 luk gibi önemli bir kısmını oluşturan inşaat ve yıkıntı atıkları, kontrol altına alınmadığı sürece hem uygarlığa hem de çevreye büyük zarar verecektir (Ölmez ve Yıldız, 2008). Tüm katı atıkların içinde beton, çelik, tuğla, alçı, ahşap, cam, metaller, plastikler ve hafriyat toprağı gibi maddelerin önemli bir yüzdeye sahip olduğu açıkça görülmektedir (Coşkun ve Öztürk, 2012). İnşaat ve yıkıntı atıkları, konut, köprü, yol ve benzeri yapıların yapımı, tamirata, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya deprem gibi doğal afetler sonucu oluşmaktadır. Bu atıklar, inşaat sanayinin çok yönlü olmasından dolayı teknik ve malzeme açısından çok çeşitlidir. Genellikle inşaat sektöründe en çok betonarme, beton, sıva, tuğla, briket, tahta, cam, metal parçası (çelik alüminyum, bakır, pirinç) alçı kartonpiyer, kiremit, plastik, borular ve asfalt gibi malzemeler kullanılmaktadır. Sağlıklı bir geri dönüşüm sistemi için iyi bir kazanım sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Bunun için belirli süreçler izlenmelidir. Konut, bina, köprü, yol gibi, alt ve üst yapıların yıkımı öncesinde ve sırasında içindeki yabancı ve geri kazanımı mümkün olmayan maddelerin geri dönüşümü mümkün olan maddelerden ayıklanması gerekmektedir. Çünkü bu ayıklama işlemi yapılmadığında geri dönüşümü mümkün olan maddelerde işleme karışacak uygulama daha zahmetli bir hal alacaktır. Enkaz ve yıkımın belirli ölçülerde ve kontrollü olarak (seçici yıkım) yapılmasıyla, hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının karıştırılması önlenmektedir. Hafriyat toprağının geri kazanılması ise öncelikle dolgu, rekreasyon, katı atık depolama alanında günlük örtü şeklinde kullanılarak olmaktadır. Geri kazanımı mümkün olmayan maddelerin ise düzenli depolama sahalarına gönderilerek işlemin tamamlanması gerekmektedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012). Beton hacimsel olarak dünyada sudan sonra en çok kullanılan malzemedir. Beton güç ve performans olarak çok az kayba uğramakta olup, geri dönüşüm oranı yüksek bir malzemedir. Betonun, yol döşemesi yada inşaat dolgu malzemesi olarak yeniden kullanılmasını sağlayan sistemler de vardır. Üretimi ve işlenmesi esnasında meydana gelen atık miktarı % 60'lara ulaşan mermer sektöründe de yeniden kullanım için önemli miktarlarda hammadde açığa çıkmaktadır. Meydana gelen atıklar toz ve parça atıklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu atıklardan inşaat sektöründe değişik alanlarda yararlanılmaktadır. Mermer toz atıkları asfalt betonu karışımında filler malzemesi olarak değerlendirilmekte, bozuk zemin özelliklerinin iyileştirilmesinde katkı maddesi olarak kullanılabilir. Beton, beton ve asfalt karışımlarda agrega, yol zemini ve baraj inşaatlarında dolgu malzemesi, suni mermer plağı, karosiman ve süsleme sanatı olarak da antik taş yapımında kullanılmaktadır. Geri dönüşüm uygulamalarından birisi de asfalt geri dönüşümüdür. Genellikle asfalt geri dönüşüm santrallerinde % 70 oranında geri dönüştürülmüş malzeme kullanılmaktadır (Gürer vd., 2004).

İnşaat sektörünün geri dönüşüm açısından en verimli malzemelerinden biri de çelik olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye Demir Çelik Üreticileri Derneği'nin verilerine göre Türkiye yıllık 12 milyar dolar civarında çelik hammadde ithal etmekte olup bunun 9 milyar doları demir çelik hurdası 3 milyar doları ise demir cevheridir. Türkiye demir-çelik sektörü hammadde olarak kullandığı hurdanın %70'ini ithal etmekte ve %30'unu yerli kaynaklardan temin etmektedir. Yine aynı şekilde hammadde olarak kullanılacak demir cevherinin % 60'ı ithalat %40' ı yerlidir. Bu oranda sadece demir çelik endüstrisindeki geri dönüşümün Türkiye sektör ihtiyacının ortalama %72'sini karşıladığını göstermektedir. Üretilen çeliğin yaklaşık yarısı da ihraç edilmektedir (17 milyar dolar).

3 Dünya'da ve Türkiye'de Geri Dönüşümle İlgili Gelişmeler

Ülkeler enerji ve hammaddenin korumasıyla ilgili olarak sürdürülebilir kalkınma içinde katı atık yasaları ve yönetmelikleri üzerinde önemle durmaktadır. Bu düzenlemeler arasında inşaat sonrası ortaya çıkan moloz atıklarının da değerlendirilmesi konusu da yer almaktadır. Geri kazanılan bu atıklar tekrar inşaatlarda kullanılarak hem çevre korunacak hem de ülke ekonomisine olumlu bir katkı söz konusu olacaktır (Erdin, vd., ty.). Son zamanlarda gerek gelişmiş ülkelerde gerekse gelişmekte olan ülkelerde atık yönetimi konusunda farklı uygulamalar bulunmaktadır. Avrupa Birliği'nde geri dönüşüm ile ilgili birçok politika uygulanmaya çalışılmıştır ve bu uygulamalar diğer ülkeler tarafından da desteklenmiştir.

2001 Gothenburg Avrupa Konseyinde, AB Ülkeleri, "Daha İyi Bir Dünya İçin Sürdürülebilir Bir Avrupa ve Sürdürülebilir Kalkınma için ise Avrupa Stratejisi" hedeflemişlerdir. "AB Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi" uzun dönemli hedefi, "Avrupa'nın hatta dünyanın geri dönüştüren, atığı önleyen ve atıkları tekrar kullanan bir toplum olmasının sağlanması" olarak belirlenmiştir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2014).

Ülke	İnşaat/Yıkıntı Atığı (milyon ton)	İnşaat/Yıkıntı Atığı (kg/kişi/yıl)	Geri Dönüştürülen veya Tekrar Kullanılan (%)	Yakma veya Depolama(%)
Almanya	59	750	17	83
İngiltere	30	530	45	55
Fransa	24	420	15	85
İtalya	20	350	9	91
İspanya	13	340	<5	>95
Hollanda	4	270	90	10
Belçika	7	700	87	13
Avusturya	5	650	41	59
Portekiz	3	300	<5	>95
Danimarka	3	575	81	19
Yunanistan	2	200	<5	>95
İsviçre	2	240	21	79
Finlandiya	1	200	45	55
İrlanda	1	285	<5	>95
Lüksemburg	0	-	n/a	n/a
AT	180	28		72

Tablo 2: AB Ülkelerinde Üretilen İnşaat ve Yıkıntı Atığı Miktarı, Kaynak: (Ölmez ve Yıldız, 2008.)

Tablo 2’ye göre geri dönüşüm konusunda Hollanda %90 ile başı çekerken Norveç, Belçika ve Almanya yüksek geri dönüşüm oranlarıyla dikkat çekmiş olup, Portekiz, Yunanistan, İrlanda ve İspanya gibi ülkeler % 5’in altında bir geri dönüşüm ve tekrar kullanım oranına sahip olmuşlardır.

Ülkemiz açısından bakıldığında zaman artarda yaşanan finansal krizlerin ardından son yıllarda ekonomik, teknolojik ve sosyal olarak birtakım değişimler küreselleşmeyle birlikte hız kazanmıştır. Türkiye’de yeni bir ekonomik büyüme modeli uygulamasına geçilmiş, yeni kavramlar önem kazanmaya başlamıştır. Bu kavramlardan bir tanesi de geri dönüşümdür. Ülkemizde nüfusun artmasıyla birlikte sanayileşme ve kentleşme faaliyetlerinin yükselmesi neticesinde atık sorunu gündem maddesi olmuştur. Ülkemizde çöplerin ve atıkların giderek yaygınlaşması bu konuyla ilgili olarak Avrupa ve Amerika’yı örnek almayı gerektirmiştir. Avrupa ve Amerika’daki gibi başarılı bir geri dönüşüm geçmişi olmayan Türkiye’nin son yıllarda geri dönüşüm yoluyla kazanılan atıkların miktarında artış yaşanmıştır. Artan atık miktarıyla ilgili olarak “atık yönetimi yaklaşımı” önemli bir konu haline gelmiştir. Halen Türkiye açısından atık yönetimi ile ilgili düzenlemeler yapılmakta olup son yıllarda hız kazanmıştır.

Bu faaliyetlerin paralelinde ülkemizde atıkların toplanması, kontrolü ve bertarafı ile ilgili “Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik, Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, PCB ve PCT’lerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik, Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik ve Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği” düzenlenmiştir. Örneğin ülkemizde 2010 yılı verilerine göre yaklaşık 2,5 milyon ton ambalaj piyasaya sürülmüş ve bu ambalajların 1,9 milyon tonunun (% 76), Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği kapsamında geri kazanımı sağlanmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014).

İnşaat sanayi ile ilgili olarak da Hafriyat Toprağı İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği 18.03.2004 tarihli ve 25406 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 2014-2018 yıllarını kapsayan 10’uncu Kalkınma Planı’nda geri dönüşüme ilişkin olarak, sanayi sektöründe geri dönüşüm ve geri kazanım gibi uygulamalara yer verilmiştir. Bu gelişmelere rağmen geri dönüşüm çalışmalarında istenilen hız yakalanamamıştır.

AB’nin Atık Çerçeve Direktifi kapsamında ise 2020 yılına kadar inşaat atıklarının %70’inin geri dönüşüme kazandırılması hedeflenmektedir. Türkiye’de her yıl 125 milyon hafriyat toprağı yeniden kazanım çalışmaları kapsamında değerlendirilmektedir. Mevcut durumda inşaat ve yıkıntı atıkları miktarının 4-5 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir. 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun”un yürürlüğe girmesiyle birlikte sayıları artacak olan kentsel dönüşüm uygulamaları ile birlikte inşaat ve yıkıntı atıkları miktarının ilk 3 yıl boyunca yıllık hedefin %40’ı esas alınarak 10 milyon ton/yıl ve geri kazanılacak malzeme miktarının 6 milyon ton/yıl civarında oluşacağı öngörülmektedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2014). Ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerine göre 2002 yılında toplama ve geri dönüşüm alanının 5 bin çalışan ile ekonomiye kattığı katma değer 60 Milyon TL iken, 2013 yılında bu alanda 60 bin çalışan ile 2.1

Milyar TL'lik ekonomiye katma değer sağlanmıştır (Pektaş, 2015). Son yıllarda küresel dalgalanmalardan etkilenmekle birlikte, ülkemizde inşaat sektörünün GSMH içindeki payının yaklaşık yüzde 30 seviyesinde olduğu görülmektedir (İntes, 2014).

Şekil 3: Lisanslı ÖTL geri kazanım tesisleri ve geçici depolama alanları **Kaynak:** (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2014).

Şekil 3'de Türkiye'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığından Çevre İzin ve Lisans Belgesi alınma alanları gösterilmektedir. Lisanslı ÖTL geri kazanım tesisleri ve geçici depolama alanlarının yetersiz olduğu dikkat çekmekte olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca geri kazanılan ürün kullanım süreçlerinin izlenmesi ve kamusal kullanımın geliştirilmesi konularında düzenlemeler yapılması gerektiği düşünülmektedir.

4 Sonuç

Kaynakların giderek kısıtlı olduğu günümüzde nüfus artışının devam etmesi, küresel ısınmanın ve kirlenmenin artması, geri dönüşüm faaliyetlerinin hızlanmasına yol açmıştır. Kaynakların daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılması için, herşeyi yeniden kullanan ve geri dönüştüren bir ekonomi gerekmektedir. Meydana gelen atıkların azaltılması, mevcut atıkların potansiyel bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilmesi, kullanılmış hammaddelerin yeniden kullanılması gibi geri dönüşüm konularının giderek önem kazanmıştır. Gelişmiş olan ülkelerde geri dönüşüm uygulamaları artmış, mevzuat ve yönetmeliklerle geri dönüşümün kontrol altına alınmasıyla ilgili düzenleme ve revizyonlar yapılmıştır. Avrupa ülkelerinin çoğunda geri dönüşümü sağlayıcı, verimli çalışan ve kaliteli malzeme elde edilen tesisler kurulmuştur. Ülkemizde yaygın olarak uygulanmayan geri dönüşüm dünyada hızla artmaktadır. Bu bakımdan ülkemiz açısından ulusal ve uluslararası düzeyde etkin bir geri dönüşüm politikası izlenmelidir. Sözkonusu politikaların uygulanması yürürlükteki yönetmeliklerin ekonomik hayatta karşılığını bulmasına ve herkesin sorumluluğunu bilmesine dayalıdır. Bu yüzden geri dönüşüm konusuyla ilgili çalışmalar arttırılmalı, bu konuya ilişkin ekonomik birimler gerekli hassasiyeti göstermelidir.

İnşaat sektörünün ekonominin lokomotifi olarak ülkelerin kalkınmasında payı büyüktür. İnşaat endüstrisi içinde pek çok alt sektörler bulundurulmasından dolayı gelişmekte olan ekonomilerin lokomotifi durumundadır. İnşaat atıklarının geri dönüşümü ve kazanımı da ülke ekonomisini yakından ilgilendirmektedir. Geri dönüşümde inşaat endüstrisinin büyük önem arz ettiği görülmektedir. İnşaat sektöründe geri dönüşümle potansiyel bir hammadde kaynağı oluşturularak, enerji, hammadde tasarrufu sağlanmaktadır. İnşaat sektöründe inşaat ve yıkımlar sırasında geri dönüştürülebilecek birçok inşaat malzemesi ortaya çıkmaktadır. İnşaat sanayindeki atık konuları iyi değerlendirilmeli ve bunların verdiği ekonomik ve çevresel kayıplar en aza indirilmeye çalışılmalıdır. Geri dönüştürülmüş maddelerin üretim sistemine kazandırılması esnasında yeni iş imkanları yaratılmakta ve ekonomiye istihdamı arttırıcı etkisi de görülmektedir. Doğal kaynakların kıt olduğu dünyada sürdürülebilir kalkınma yaklaşımıyla geri dönüşümün sosyal, çevresel ve ekonomik etkileri ön plana çıkmaktadır. Atık yönetiminin en önemli kollarından olan geri dönüşüm değerlendirilebilir atıkların çeşitli yöntemlerle tekrar üretim sürecine dahil edilmesiyle verimli bir ekonomik yatırım olarak görülmektedir. Bu nedenle geri dönüşüm makro düzeyde çevresel ve ekonomik olarak, mikro olarak da işletmeler ve tüketiciler açısından önem taşımaktadır. Sonuç olarak geri dönüşümün bir yandan çevrenin korunması bir yandan da ekonomiye sağladığı katma değer bakımından, ekonomik kalkınma ve refahın arttırılmasında büyük bir paya sahip olduğu unutulmamalıdır.

Kaynakça

- Altuntepe, S., Fırat, F.K., 2013. “Kentsel Dönüşümle Yapı Stoğunun Yenilenmesi Yapı Denetiminin Bu Süreçteki Önemi”: Aksaray Örneği, 3. Yapı Denetimi Sempozyumu, 5-6 Ekim, Diyarbakır, Türkiye.
- Acar, A. Z., Köseoğlu, A., **Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi**, Nobel Akademik Yayıncılık, Ekim 2014.S.361.
- Altındağ, S., 2011. “İstanbul’da Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Tersine Lojistik Yöntemiyle Alternatif Yönetim Planı”, İstanbul Teknik Üniversitesi **Yüksek Lisans Tezi**, ss.20-22.
- Bayramoğlu, Y. F., 1995. **Çevre Terimleri Sözlüğü**, IULA Çevre Kitapları Serisi, İstanbul, s.5
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Sanayi Genel Müdürlüğü), “Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı” ss.1-113. (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141230M1-12-1.pdf>) Erişim Tarihi: 14.03.2015
- Brown, Lester R. 2008. “**Plan Bb.3.0 Uygarlığı Kurtarmak İçin Harekete Geçmek**”, Çeviri: Ayşe Başcı, Tema Vakfı Yayını, İstanbul, ss.254-264.
- Coşkun, H. Öztürk, M., 2012. “Katı Atık Yönetimi Konusunda İnşaat Sektörü Paydaşlarının Algılamaları: Hatay İli Örneği”, e-Journal of New World Sciences Academy, Volume:7, **Number:1** Article Number: 1A0302.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Strateji ve Geliştirme Başkanlığı, 2014. **2014 Yılı Faaliyet Raporu**.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015. “Atık Yönetimi Yönetmeliği”, 2 Nisan 2015 tarih **29314** Sayılı Resmi Gazete.
- Erdin, E. vd., 1980. “İnşaat Atıklarının Değerlendirilmesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi, ss: 2-20.
- Fırat, F.K. and Yüçemen, M.S., 2015. *Comparison of loads in Turkish earthquake code with those computed statistically*, Earthquakes and Structures, Volume. 8, No.5, pp.977-994, DOI: <http://dx.doi.org/10.12989/eas.2015.8.5.977>.
- Fırat, F.K. and Yucemen, M.S. 2014. “Determination of Reliability Based New Load and Resistance Factors for Reinforced Concrete Structural Members”, Teknik Dergi, Digest 2014, 1785-1808.
- Fırat, E. 2009. “The Effects of 17 August Marmara Earthquake on the Turkish Economic Crisis of 2000 November”, International Earthquake Symposium, Kocaeli, Turkey.
- Fırat, F.K., Soyu, E. 2014, “Küresel Krizin Türkiye’deki İnşaat Sektörü Üzerindeki Etkileri”, International Conference on Eurasian Economies, 1-3 Temmuz, Üsküp, Makedonya.s..
- Gürer, C. vd. 2004. “İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm ve Bir Hammadde Kaynağı Olarak Farklı Yapı Malzemelerinin Yeniden Değerlendirilmesi”, 5 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, ss: 28-36
- Guide Jr. V.D.R. Jayaraman, V., Srivastava, R., 1999. “The Effect Of Lead Time Variation On The Performance Of Dsassembly Release Mechanisms”, Computers & Industrial Engineering, **36**, ss. 320-3345.
- İntes, Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası, 2014. **İnşaat Sektörü Raporu**, Mart 2014, s.2.
- Ölmez, E. Yıldız, Ş. 2008. “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli”, Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları 08 Sempozyumu.
- Pektaş, Ö. 2015. “Atıkların Ekonomik Değeri 2,1 Milyar TL’yi Buluyor”, ekoiq.
- Tenikler G., 2007. “Türkiye’de Tehlikeli Atık Yönetimi ve Avrupa Birliği Ülkeleri İle Karşılaştırmalı Bir Analiz”, **Doktora Tezi**, s. 3-6.
- Worldwatch Enstitüsü, 2014. “**Dünyanın Durumu 2013 Sürdürülebilirlik Hala Mümkün mü?**” Editör: Linda Starke Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları e Çev. Cana Ulutaş Ekiz- Çağrı Ekiz, s.145, 146.
- Yazıcı, E.Y., Deveci, H., 2009. “E-Atıklardan Metallerin Geri Kazanımı”, Madencilik, Cilt.48, **Sayı: 3**, s.5.