

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**BİNA YIKIM ATIKLARININ
ALTYAPI PROJELERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Zeki AKTAŞ

UZMANLIK TEZİ

EYLÜL 2015



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**BİNA YIKIM ATIKLARININ
ALTYAPI PROJELERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Zeki AKTAŞ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Eli PUL

Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

ETİK BEYAN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Zeki AKTAŞ

30.09.2015

Bina Yıkım Atıklarının Altyapı Projelerinde Değerlendirilmesi

(Uzmanlık Tezi)

Zeki AKTAŞ

İLLER BANKASI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Eylül 2015

ÖZET

Artan sanayileşme, şehirleşme ve nüfus artışına paralel olarak ortaya çıkan katı atıkların yönetimi, ülkelerin üstesinden gelmesi gereken önemli bir çevre sorunudur. İnşaat yıkım atıkları, bu katı atıklar içinde hacim ve kütle olarak en yüksek yüzdeye sahiptir. Son yıllarda ülkemizde başlatılan kentsel dönüşüm projeleri, yönetilmesi gereken olan inşaat yıkım atıklarının miktarını önemli ölçüde arttıracaktır. İnşaat yıkım atıklarının geri dönüşüm oranlarının artırılması, bu atıkların yarattığı çevre sorunlarını azaltacağı gibi yeni malzeme üretimindeki doğal kaynak kullanımını da azaltacaktır. İller Bankasının yürüttüğü altyapı projeleri, inşaat yıkım atıklarının değerlendirilmesi için ciddi bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada; inşaat yıkım atıklarının değerlendirilmesi konusunda daha önce yapılan bilimsel çalışmalar incelenerek, bu atıkların İller Bankası projelerinde hendek dolgusu, yataklama-gömlekleme, beton agregası ve gabion dolgusu olarak kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Bina yıkım atıkları, atık azaltma, geri kazanım, geri dönüşüm, kentsel dönüşüm, alt yapı projeleri

Sayfa Adedi : 58

Tez Danışmanı (Kurum) : Dr. Elif PUL

Tez Danışmanı (Üniversite) : Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

Recycle of Demolition Waste in Infrastructure Projects

(M.S. Thesis)

Zeki AKTAŞ

ILLER BANKASI A. Ş.

September 2015

ABSTRACT

Increased amount of solid wastes generated as a result of increasing industrialization, urbanization and population is a big environmental problem to deal with. Construction demolition wastes, with their huge volume and weight, have the highest rate among these solid wastes. Urban transformation projects started in recent years will definitely increase the amount of the construction demolition wastes to be managed. Increasing the amount of the recycling rate of construction wastes will minimize the environmental problems as well as decreasing the use of natural resources in producing new materials. The infrastructure projects undertaken by ILBANK have a serious potential in recover those construction wastes. In this study, possibility of reuse of these construction wastes in ILBANK projects as backfilling, bedding, concrete aggregate and gabion fill material are sought in the lights of the scientific researches.

Key Words : Construction and demolition wastes, reducing wastes, reuse, recycling, urban transformation projects, infrastructure projects,

Page Numbers : 58

Supervisor (Institution) : Dr. Elif PUL

Supervisor (University) : Assoc. Prof. Mustafa ŞAHMARAN

TEŞEKKÜR

Çalıőmam esnasında verdikleri destek ve ayırdıkları vakitlerinden ötürü tez danışmanlarım Dr. Elif PUL ve Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
TABLoların LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KATI ATIK YÖNETİMİ.....	3
3. İNŞAAT YIKIM ATIKLARI (İYA)	5
3.1. İnşaat Yıkım Atık Yönetimi.....	8
3.1.1. Atık Oluşumunun Engellenmesi/Azaltılması.....	9
3.1.2. Yeniden Kullanım/Geri Dönüşüm	9
3.1.3. İYA'nın Depolanması	15

3.2. Seçici Yıkım.....	15
3.2.1. Seçici Yıkım Öncesi Çalışmalar	17
3.2.2. Seçici Yıkım Sırasındaki Çalışmalar	19
3.2.3. Seçici Yıkım Sonrası Çalışmalar	20
4. GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR İNŞAAT YIKIM ATIKLARI.....	23
4.1.1. Atık Betonların Beton Agregası Olarak Kullanılması	26
4.1.1.1. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonların Beton Agregası Olarak Kullanılması.....	31
4.1.2. İYA'nın Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılması	34
4.1.2.1. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonlardan Elde Edilen Agregaların Yataklama-Gömlekleme Malzemesi Olarak Kullanılması	38
4.1.2.2. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonlardan Elde Edilen Agregaların Hendek Dolgu Malzemesi olarak Kullanılması.....	42
4.1.2.3. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonlardan Elde Edilen Agregaların Gabion Malzemesi Olarak Kullanılması.....	46
5. SONUÇ	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	57

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. İYA içeriğindeki atık oranları	7
Şekil 3.2. İnşaat atıklarının oluşum ve geri kazanım döngüsü.....	8
Şekil 3.3. Yapı yıkım yönetim aşamaları	17
Şekil 4.1. İYA geri kazanım tesisi akım şeması	30
Şekil 4.2. İYA kullanılarak yapılan deneme yolu kesiti	36
Şekil 4.3. İller Bankası kanalizasyon borularının A-Tipi yataklama kesiti	39
Şekil 4.4. Derin deniz deşarjı hendek en kesitleri.....	46

TABLULARIN LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. İnşaat ve yıkıntı atıklarının kategorileri	5
Tablo 3.2. İnşaat ve yıkıntı atık listesi	5
Tablo 3.3. Geri kazanılabilir malzemelerin yeniden kullanılabilceği alanlar	10
Tablo 3.4. Avrupa ülkelerinde oluşan İYA miktarları	11
Tablo 3.5. Avrupa Ülkelerinde Hafriyat Toprağı İle İYA Oluşumu	12
Tablo 3.6. İstanbul İçin Hafriyat Toprağı ve İYA Envanter Bilgileri	12
Tablo 3.7. Yığma ve Betonarme Binalarda m ² 'ye Düşen İYA Miktarı	13
Tablo 3.8. Kentsel dönüşüm sonrası ortaya çıkacak tahmini atık miktarı	14
Tablo 4.1. Agrega üretim teknolojisi	28
Tablo 4.2. GKA ile üretilmiş beton ve betonarme boruların İller Bankası standartlarıyla karşılaştırılması	31
Tablo 4.3. GKA ile üretilmiş rögar kapağı deney sonuçları	32
Tablo 4.4. İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce yürütülen işlerdeki boru ve baca metrajı	33
Tablo 4.5. GKA ile üretilmiş grobeton, şap betonu ve kent mobilyalarına deney sonuçları	34

Tablo 4.6. İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce yürütülen işlerdeki agrega miktarı.....	41
Tablo 4.7. İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce yürütülen işlerdeki stabilize malzeme miktarı.....	45
Tablo 4.8. İri beton atığı ve doğal kırma taşın fiziksel özellikleri	48
Tablo 4.9. Beşikdüzü (TRABZON) Derin Deniz Deşarjı Projesindeki gabion miktarı	48

RESİMLERİN LİSTESİ

	Sayfa
Resim 3.1. Ordu-Giresun Havalimanı dolgusu	14
Resim 3.2. Çamburnu (Trabzon) katı atık depolama tesisi	15
Resim 3.3. Seçici yıkım öncesi sökümü yapılmış bir bina	19
Resim 3.4. Hafriyat ve yıkıntı atıklarının birbirine karıştırılması.....	20
Resim 3.5. Pelitli (Trabzon) Kentsel Dönüşümü kapsamında yapılan kontrolsüz yıkım.....	21
Resim 4.1. Uygunsuz depolanan İYA	24
Resim 4.2. İYA'nın ayrıştırılmadan dolguda kullanılması	36
Resim 4.3. İYA kullanılarak yapılan deneme yolu	37
Resim 4.4. Kanalizasyon borusu yatakalama-gömlekleme.....	40
Resim 4.5. Kanalizasyon inşaatında kullanılan stabilize malzeme.....	43
Resim 4.6. Kanalizasyon inşaatında kullanılan stabilize malzeme.....	43
Resim 4.7. Derin deniz deşarjlarında kullanılan gabion örneği.....	47
Resim 4.8. Derin deniz deşarjlarında deniz altına yerleştirilen gabion örneği	47

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AB	Avrupa Birliği
GKA	Geri kazanılmış agrega
İYA	İnşaat yıkım atıkları
KM	Kent mobilyası
MAM	Marmara Araştırma Merkezi
RK	Rögar kapağı
THBB	Türkiye Hazır Beton Birliği
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

1. GİRİŞ

Ülkemizde kalkınma, sanayileşme ve şehirleşme yönündeki çalışmalara bağlı olarak yoğun bir şekilde inşaat faaliyeti yürütülmektedir. Bu faaliyetlere bağlı olarak bina, konut, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların inşaatı sırasında, mevcut yapıların tamirâtı, tadilatı, yenilenmesi ve yıkımı sırasında ya da başta deprem olmak üzere doğal afetler sonucunda yapıların yıkılması sonucu yüksek miktarlarda hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıkları (İYA) ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların gelişigüzel alıcı ortamlara bırakılması çevre kirliliğine neden olmakla birlikte insan sağlığı açısından da tehlike arz etmektedir.

Günümüzde çevre ve insan sağlığı açısından en önemli risk faktörlerinden biri olan atıklar, dünyada olduğu gibi ülkemizde de gittikçe büyüyen bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanayileşmeye paralel olarak artan üretim, tüketim ve hizmet faaliyetlerinin sonucu ortaya çıkan atıklar, iyi bir şekilde yönetilemediği takdirde önemli bir çevre sorunu ve kirlilik nedeni haline gelmektedir [1].

Teknolojik gelişmeler ve sanayileşme ile paralel olarak yaşanan hızlı kentleşme ve nüfus artışı, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki baskısını hızla artırmaktadır. Sınırsız olan insan ihtiyaçlarının teknoloji yardımı ile giderek daha üst düzeylerde karşılanması, gerek doğal kaynakların daha çok tahrip edilmesi ve gerekse üretilen her ürünün nihai olarak atığa dönüşmesi nedeniyle, çevre ve insan sağlığının ciddi tehditlerle karşı karşıya kalmasını kaçınılmaz kılmaktadır [2]. Özellikle, bina, köprü, yol ve benzeri yapıların inşaatı, tamirâtı, tadilatı, yıkımı, doğal afetler ve kentsel dönüşüm sonucu oluşan inşaat ve hafriyat atıkları hem inşaat sırasında hem de bırakıldıkları alanlarda çevre, arazi, toprak, su kaynakları ve hava üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Özellikle, 1999 yılı Marmara depremi sonrasında gündeme gelmiş olan kentsel dönüşüm sonrası inşaat ve yıkıntı atıkları daha da artmaktadır [1].

Son yıllarda ülkemizde devam eden kentsel dönüşüm süreci 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun'un yürürlüğe girmesi ile birlikte bir devlet politikası haline gelmiş ve ivme kazanmıştır. Önümüzdeki 20 yıllık süreçte gerçekleştirilecek kentsel dönüşüm projeleri kapsamında 7 milyon riskli bağımsız konutun yıkılması planlanmaktadır. Yıllık ortalama 4 milyon ton inşaat ve yıkıntı atığı üretilen

Ülkemizde, 6306 sayılı kanun kapsamında uygulanacak kentsel dönüşüm projeleri ile birlikte bu rakamın en az ikiye katlanması beklenmektedir [3].

Miktarı her gün katlanarak artan inaat ve yıkıntı atıklarının evre ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması ve bu atıkların ekonomik faydaya dönüştürülmesi gelimi ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de temel politika haline gelmelidir.

2. KATI ATIK YÖNETİMİ

Atık Yönetimi; evsel, tıbbi, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların minimizasyonu, kaynağından ayrı toplanması, ayrı depolanması, geri kazanılması ve bertaraf edilmesi süreçlerini içeren bir yönetim biçimidir.

Sağlıklı bir atık yönetim sisteminin temel unsurları, atıkların öncelikle kaynaktan önlenmesi, üretilen atıkların kaynaktan ayrıştırılması, geri dönüşebilir atıkların ekonomiye geri kazandırılması ve bu suretle depolanacak atık miktarının azaltılması, geri dönüştürülemeyen atıkların ise çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde depolanmasının sağlanmasıdır [2].

Entegre atık yönetiminde, belli bir atık yönetimi hedefine yönelik olarak gerekli uygun yöntem, teknoloji ve yönetim programları seçilerek, atık yönetiminin tüm unsurları bir bütün olarak değerlendirilir ve çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliğin sağlanması hedeflenir [4]. Verimli ve entegre bir atık yönetim sistemi, birbirinden bağımsız olmayan, aralarında ilişkiler olan şu hiyerarşik adımlardan oluşmaktadır;

1. Atık Önleme
2. Atık Azaltma
3. Yeniden Kullanım
4. Geri Dönüşüm
5. Enerji Geri Kazanım
6. Bertaraf

Bu hiyerarşik sıra, aynı zamanda atık yönetim sisteminin öncelik sırasındadır. Öyle ki atık yönetim sisteminde öncelikli hedef atıkların oluşmasının engellenmesidir. Atık oluşumu engellenemiyorsa, ikinci adım olan “atık azaltma” hedeflenir. Atık azaltmayı sırasıyla “yeniden kullanım”, “geri dönüşüm”, “enerji geri kazanım” ve en nihayetinde en az tercih edilen basamak olan “bertaraf” takip eder.

Atık yönetimi, ülkemizde 1930’lardan itibaren çok sayıda yasal düzenlemeye konu olmuştur. Bu yıllardan itibaren çevre alanında işlev üstlenen kurumların sayısı da sürekli artmıştır. Ancak yeni kurumlar oluşturulurken mevcut kurumların yetki ve sorumluluk alanlarının değiştirilmemesi, ilgili kurumlar arasında yetki örtüşmelerine yol açarken, ilgili

kurum ve kuruluşlar arasında etkin bir işbirliği ve koordinasyonun bulunmayışı da, sistemin işlerliğini zayıflatmıştır. Finansman desteğinin zayıf ve teknik bilgi ve donanımın yetersiz oluşu gibi faktörlerin de etkisiyle, günümüze dek sağlıklı bir atık yönetim sistemi oluşturulamamıştır [2].

3. İNŞAAT YIKIM ATIKLARI (İYA)

İnşaat ve yıkıntı atıkları; konut, köprü, yol ve benzeri yapıların tamirâtı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal afetler sonucu oluşan atıklardır. Bu atıklar; genel olarak beton, sıva, tuğla, briket, tahta, cam, metal parçası (çelik, alüminyum, bakır, vb.), alçı kartonpiyer, kiremit, plastik, elektrik malzemesi, boru ve asfalt gibi malzemeleri içermektedir [5].

Yapılan her türlü inşaat faaliyeti sonucunda ortaya çıkan İYA genel olarak 4 kategoriye ayrılabilir. Bu kategoriler ve oluşturdukları atık türleri Tablo 3.1’de listelenmiştir [5].

Tablo 3.1. İnşaat ve yıkıntı atıklarının kategorileri [5]

Kategori	Atık Türü
Yol yakım ve bakım malzemeleri	Asfalt, beton, örtü toprağı
Kazı malzemeleri	Toprak, taş, mıcır
Bina Yıkıntı atıkları	Beton, karışık moloz, çelik, tuğla, demir, kereste
Yapı yenileme	Odun, çatı malzemesi, boru, halı, plastik, cam, metal, izolasyon malzemesi

İnşaat ve yıkıntı atıkları, 05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik ekinde yer alan Ek-IV Atık Listesinde aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır [1]. (bkz. Tablo 3.2)

Tablo 3.2. İnşaat ve yıkıntı atık listesi [6]

17	İNŞAAT VE YIKIM ATIKLARI (KİRLENMİŞ ALANLARDAN ÇIKARTILAN HAFRİYAT DÂHİL)	
17 01	Beton, Tuğla, Kiremit ve Seramik	
17 01 01	Beton	
17 01 02	Tuğlalar	
17 01 03	Kiremitler ve seramikler	
17 01 06*	Tehlikeli maddeler içeren beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	M

17 01 07	17 01 06 dışındaki beton, tuğla kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	
17 02	Ahşap, Cam ve Plastik	
17 02 01	Ahşap	
17 02 02	Cam	
17 02 03	Plastik	
17 02 04*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	M
17 03	Bitümlü Karışımlar, Kömür Katranı ve Katranlı Ürünler	
17 03 01*	Kömür katranı içeren bitümlü karışımlar	M
17 03 02	17 03 01 dışındaki bitümlü karışımlar	
17 03 03*	Kömür katranı ve katranlı ürünler	A
17 04	Metaller (Alaşımaları Dahil)	
17 04 01	Bakır, bronz, pirinç	
17 04 02	Alüminyum	
17 04 03	Kurşun	
17 04 04	Çinko	
17 04 05	Demir ve çelik	
17 04 06	Kalay	
17 04 07	Karışık metaller	
17 04 09*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	M
17 04 10*	Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar	M
17 04 11	17 04 10 dışındaki kablolar	
17 05	Toprak (Kirlenmiş Yerlerde Yapılan Hafriyat Dahil), Kayalar ve Dip Tarama Çamurları	
17 05 03*	Tehlikeli maddeler içeren toprak ve kayalar	M
17 05 04	17 05 03 dışındaki toprak ve kayalar	
17 05 05*	Tehlikeli maddeler içeren dip tarama çamuru	M
17 05 06	17 05 05 dışındaki dip tarama çamuru	
17 05 07*	Tehlikeli maddeler içeren demiryolu çakılı	M
17 05 08	17 05 07 dışındaki demiryolu çakılı	
17 06	Yalıtım Malzemeleri ve Asbest İçeren İnşaat Malzemeleri	
17 06 01*	Asbest içeren yalıtım malzemeleri	M
17 06 03*	Tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren diğer yalıtım malzemeleri	M
17 06 04	17 06 01 ve 17 06 03 dışındaki yalıtım malzemeleri	
17 06 05*	Asbest içeren inşaat malzemeleri	M
17 08	Alçı Bazlı İnşaat Malzemeleri	
17 08 01*	Tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş alçı bazlı inşaat malzemeleri	M

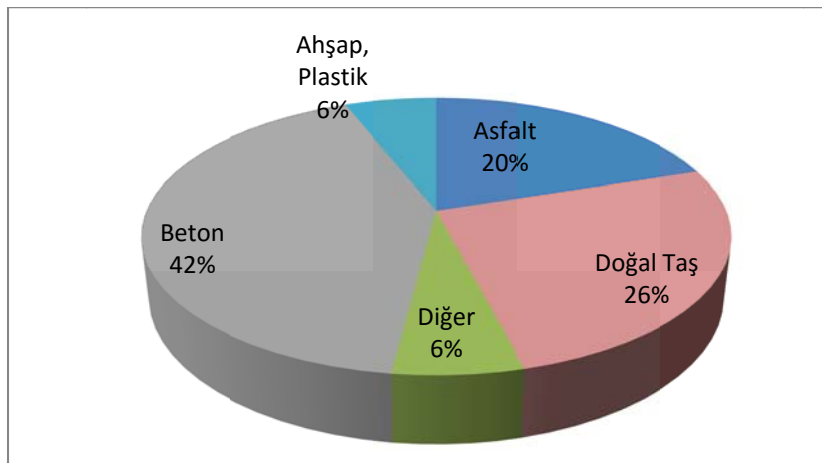
17 08 02	17 08 01 dışındaki alçı bazlı inşaat malzemeleri	
17 09	Diğer İnşaat ve Yıkım Atıkları	
17 09 01*	Cıva içeren inşaat ve yıkım atıkları	M
17 09 02*	PCB içeren inşaat ve yıkım atıkları (örneğin PCB içeren dolgu macunları, PCB içeren reçine bazlı taban kaplama malzemeleri, PCB içeren kaplanmış sırlama birimleri, PCB içeren kapasitörler)	M
17 09 03*	Tehlikeli maddeler içeren diğer inşaat ve yıkım atıkları (karışık atıklar dahil)	M
17 09 04	17 09 01, 17 09 02 ve 17 09 03 dışındaki karışık inşaat ve yıkım atıkları	

A: Konsantrasyonuna bakılmaksızın tehlikeli atık sınıfına giren atıklar

M: EK-III B deki eşik konsantrasyonları üzerinde bir değere sahip olan tehlikeli atıklar

(*) ile işaretlenmiş atıklar tehlikeli atıktır.

Şekil 3.1'de tipik İYA içeriğindeki atık oranları verilmiştir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi İYA içinde beton atıkları %42 ile en yüksek orana sahiptir.



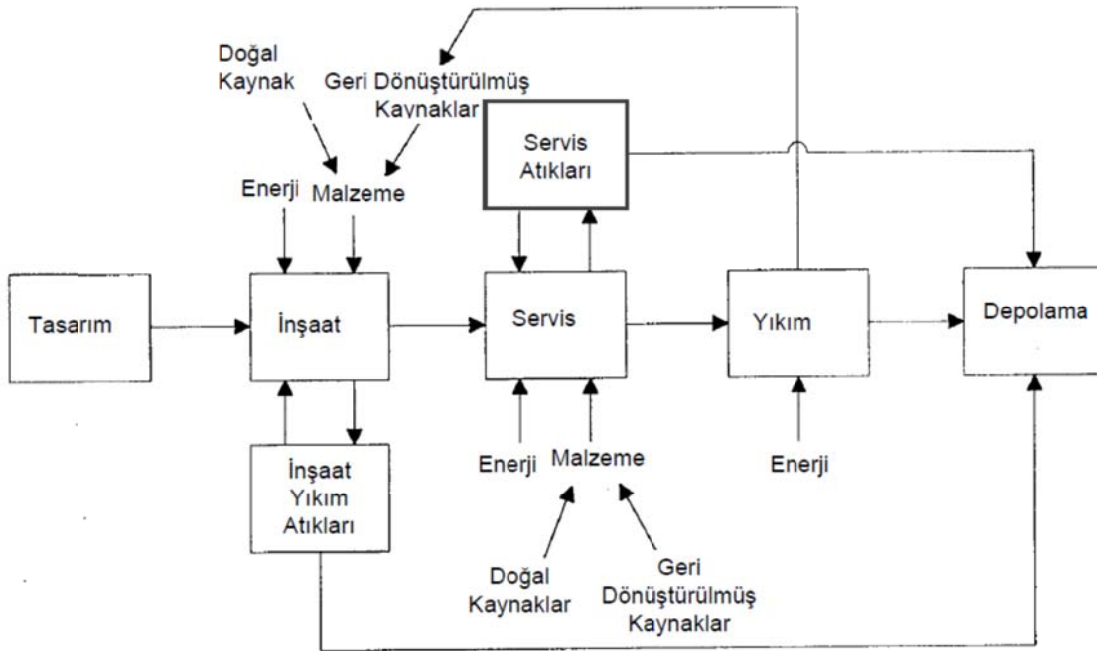
Şekil 3.1. İYA içeriğindeki atık oranları

Gerek yurtdışında gerekse yurtiçinde yapılmış olan literatür tarama sonuçlarına göre herhangi bir şekilde tehlikeli atıklar ile kontamine olmamış 17 kodundaki tüm atıkların yeniden değerlendirilme potansiyeli vardır. Bu atıkların yeniden değerlendirilmesiyle hem doğal kaynaklar korunmuş olacak hem de depolama maliyetlerinden tasarruf edilmiş olacaktır [1].

3.1. İnşaat Yıkım Atık Yönetimi

İnşaat atıklarının geri kazanımını ve bertaraf edilmesini içeren yönetim sistemi, uzun vadede birçok çevresel etkileri olan büyük bir kentsel sorundur [1]. Bu sorun, tüm atıklarda olduğu gibi; atık önleme, atık azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf etme şeklindeki atık yönetim hiyerarşisi içinde ele alınabilir. Birçok gelişmiş ülkede İYA yönetimi konusunda önemli aşamalar kaydedilmiştir.

İnşaat atıkları, binanın ilk inşaatı, servis ömrü veya yıkım sonrasında değişik miktarlarda ve tiplerde ortaya çıkabilmektedir. Atıkların çevreye en az zarar verecek şekilde geri dönüşümü veya bertarafı için bir atık yönetimi geliştirilmelidir. Şekil 3.2’de inşaat atıklarının oluşum ve geri kazanım döngüsü gösterilmektedir.



Şekil 3.2. İnşaat atıklarının oluşum ve geri kazanım döngüsü

Katı atık yönetimindeki amaç, bu döngüdeki “Depolama” aşamasına giden malzeme miktarını, tekrar kullanım ya da geri dönüşüm vasıtasıyla azaltmaktır.

Tüm atıklarda olduğu gibi inşaat ve yıkım atıkları için de atık yönetimi benzer hiyerarşide kaynağı koruma, atık azaltma, tekrar kullanma, geri dönüşüm, geri kazanım ve

nihai bertaraf şeklinde yönetilmelidir. Çoğu gelişmiş dünya ülkesi bu atıkların azaltımı, yeniden kullanımı ve geri dönüşümünde önemli yol kat etmiştir. Ülkemizde ise bu atıkların yönetimi konusunda çalışmalar oldukça yenidir [5].

Ülkemizde İYA'nın çevreye zarar vermeyecek şekilde öncelikle kaynaktan azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesine yönelik 18.03.2014 tarih ve 25406 sayılı "Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" Resmi Gazete yayımlanarak yürürlüğe girmiştir [5].

Atık yönetim hiyerarşisinin ilk adımı olan atık oluşumunun engellenmesi/azaltılması sağlanamamış ise, inşaat ve yıkıntı atıkları için en etkin değerlendirme şekli yeniden kullanım ya da geri dönüşümdür [1].

3.1.1. Atık Oluşumunun Engellenmesi/Azaltılması

Herhangi bir atık yönetim sisteminin ilk ve en önemli aşaması atık oluşumunun engellenmesi/azaltılmasıdır. Atıkların engellenmesi/azaltılması yapının tasarım aşamasından başlar [7]. Tasarım aşamasındaki tercihler, daha sonraki inşaat, servis ömrü ve yıkım aşamalarında ortaya çıkacak olan atık miktarını doğrudan etkileyecektir. Bu yüzden tasarımlar yapılırken uzun ömürlü, geri dönüşümü mümkün, tekrar kullanılabilen ve tehlikeli olmayan malzemeler tercih edilmelidir. Yıkımların belli bir plan çevresinde ve kontrollü olarak yapılarak yıkıntı atıklarının oluşumu azaltılabilir.

3.1.2. Yeniden Kullanım/Geri Dönüşüm

İnşaat yapımı ve yıkımı sonrası oluşan atıkların bir kısmı yeniden kullanılabilir niteliktedir. Kapı, pencere, dolap, kiremit, elektrik malzemeleri, floresan lambaları, halıfleksler, banyo aksesuarları gibi pek çok malzeme ikinci el olarak başka bir inşaatta yeniden kullanılabilir. İYA'nın önemli bir kısmı da geri dönüştürülebilir niteliktedir [5].

Tablo 3.3'te yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir bazı malzemeler ve bunların kullanım alanları listelenmiştir.

Tablo 3.3. Geri kazanılabilir malzemelerin yeniden kullanılabilceği alanlar

Geri Kazanılabilir Malzeme	Yeniden Kullanım Alanı
Asfalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kırılıp parçalanarak yeni asfalt üretiminde agrega olarak, • Yürüyüş yollarında, kaldırımlarda, asfalt ve beton yollarda alt yapı malzemesi olarak.
Beton	<ul style="list-style-type: none"> • Yeni beton üretiminde agrega olarak, • Yürüyüş yollarında, kaldırımlarda, asfalt ve beton yollarda alt yapı malzemesi olarak, • Köy yollarında ve açık park (garaj) alanlarında alt yapı dolgu malzemesi ve yüzey örtü malzemesi olarak [5], • Drenaj sisteminde ve kanalizasyon borularında yataklama, gömlekleme ve geri dolgu malzemesi olarak.
Ahşap, tahta	<ul style="list-style-type: none"> • Temizlenip çivilerden arındırıldıktan sonra diğer inşaatlarda kereste olarak, • Yeniden işlenerek, korkuluk, merdiven, kapı, mobilya, bank vb. şeklinde • Öğütülerek park, bahçe ve tarımda doğal gübre olarak, • Yakacak olarak.
Tuğla	<ul style="list-style-type: none"> • Dolgu malzemesi olarak, • Yeni tuğla üretiminde.
Cam	<ul style="list-style-type: none"> • Kırılmamış olanlar temizlenerek pencere camı olarak, • Betonda dekoratif dolgu malzemesi olarak, • Geri dönüştürülerek izolasyon malzemesi olarak • Asfalt üretiminde.
İletken Metaller	<ul style="list-style-type: none"> • Dünya genelinde geri dönüşümü en yaygın ve en karlı olan malzemedir. Çeliğin hurdadan üretimi cevherinden üretimine göre % 90 daha az enerji gerektirir [1] • Uygun durumdakiler tekrar kullanılabilir, • Direkt olarak kullanılmayacak olan durumdakiler eritilerek yeni malzeme yapımında kullanılır.
İletken Olmayan Metaller	<ul style="list-style-type: none"> • Alüminyum, bakır, çinko gibi metaller eritilerek yeni malzeme üretiminde kullanılabilir.
Plastik	<ul style="list-style-type: none"> • PE, PP, PVC gibi maddeler yıkanıp ayıklandıktan sonra geri dönüştürülebilir.
Alçı Levhalar	<ul style="list-style-type: none"> • Yeni alçı taşı levhası üretiminde, • Öğütülüp toprağa karıştırılarak toprak iyileştirilmesinde (toprağı yumuşatır, asiditesini düzenler, bitkiler için besin kaynağıdır) [1]

Son yıllarda inşaat yıkım atıklarının yeniden kullanımı veya geri dönüşümü konusunda dünya genelinde artan bir eğilim vardır [7]. Örneğin Hollanda %90 tekrar kullanma/geri dönüşüm oranıyla dünya sıralamasında birinci konumdadır [1] (bkz. Tablo 3.4). Atıkların tekrar kullanım veya geri dönüşümü sınırlı miktardaki doğal kaynakların korunmasına yardımcı olacağı gibi yeni malzeme üretim-satın alma-nakliye masraflarının azalmasına dolayısıyla yapım maliyetlerinin düşmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, atıkların depolanması ve bertarafına harcanacak kaynakların tasarruf edilmesine dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Tablo 3.4. Avrupa ülkelerinde oluşan İYA miktarları [1]

Ülkeler	İYA Oluşumu (milyon ton/yıl)	Tekrar Kullanma/Geri Kazanım Oranı (%)
Almanya	72,4	86
Avusturya	6,6	60
Belçika	11,02	68
Bulgaristan	7,8	V*
Çek Cumhuriyeti	14,7	23
Danimarka	5,27	94
Estonya	1,51	92
Finlandiya	5,21	26
Fransa	85,65	45
Hollanda	23,9	98
İngiltere	99,1	75
İrlanda	2,54	80
İspanya	31,34	14
İsveç	10,23	V*
İtalya	46,31	V*
Kıbrıs Rum Kesimi	0,73	1
Letonya	2,32	46
Litvanya	3,45	60
Lüksemburg	0,67	46
Macaristan	10,12	16
Malta	0,8	V*

Polonya	38,19	28
Portekiz	11,42	5
Romanya	21,71	V*
Slovakya	5,38	0
Slovenya	2	53
Yunanistan	11,04	5

V*: Veri yok.

Avrupa ülkelerinde ve İstanbul'da oluşan hafriyat toprağı ile İYA oluşumu sırasıyla Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.5. Avrupa Ülkelerinde Hafriyat Toprağı İle İYA Oluşumu [8]

Ülkeler	Kişi Başına İYA (ton/kişi/yıl)	Kişi Başına HİYA
Danimarka	0,83	3,99
Finlandiya	1	3,99
Fransa	0,99	5,5
Almanya	0,88	2,33
İrlanda	0,63	2,74
Lüksemburg	1,42	5,9

Tablo 3.6. İstanbul İçin Hafriyat Toprağı ve İYA Envanter Bilgileri [8]

Yıllar	2009	2010	2011
Nüfus	12 782 960	13 120 596	13 483 052
Toplam Hafriyat İnşaat ve Yıkıntı Atığı Miktarı (Ton)	20 389 000	29 582 000	47 942 300
Kişi Başına Düşen Hafriyat İnşaat ve Yıkıntı Atığı Miktarı (ton/kişi/yıl)	1,63	2,26	3,56

(Not: Yukarıdaki veriler, toplam atık miktarı, bertaraf edilen miktar ve geri dönüşüme gelen İYA'nın toplamıdır.)

Tablo 3.6 incelendiğinde Avrupa ülkelerinde de Türkiye'de olduğu gibi toplam atığın önemli miktarını hafriyat toprağının oluşturduğu anlaşılmaktadır. AB ülkelerinde

İYA'lara hafriyat toprakları dâhil olduğu zaman kişi başına üretilen atık miktarı 2,3 ila 5,9 ton/kişi/yıl arasında değişirken hafriyat toprağı hariç olduğu zaman bu miktar 0,63 ila 1,42 ton/kişi/yıl arasında değiştiği görülmektedir [1].

2011 yılı verilerine bakıldığında (bkz. Tablo 3.6), önceki yıllara göre atık miktarında büyük bir artış görülmektedir. Bu artışın nedenleri arasında, son yıllarda gittikçe büyüyen inşaat sektörü (konut, altyapı, ulaşım vb.) için yapılan çalışmalar gösterilebilir [1].

Atık oluşumunun bu seyirde devam etmesi durumunda İstanbul'da hâlihazırda bulunan hafriyat toprağı ve İYA depolama sahaları bir süre sonra tamamen dolacaktır [1]. Kentsel dönüşüm çalışmalarından çıkacak hafriyat toprağı ve İYA miktarı da düşünüldüğünde çevresel ve ekonomik etkiler bakımından atık miktarının azaltılmasının ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yıkım sonucu ortaya çıkacak atık miktarı yıkılacak olan yapının türüne (betonarme, yığma gibi) göre değişiklik gösterecektir. Betonarme ve yığma binalarda m²'ye düşen tahmini İYA miktarları Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Yığma ve Betonarme Binalarda m²'ye Düşen İYA Miktarı [8]

Malzeme	Yığma	Betonarme Karkas	Yoğunluk
Beton	0,25 m ³ /m ²	0,38 m ³ /m ²	2,4 ton/m ³
Demir	22 kg/m ²	34 kg/m ²	-
Tuğla	0,2 m ³ /m ²	0,15 m ³ /m ²	0,9 ton/m ³

Her bir bağımsız birimin ortalama 100 m² olduğu düşünülerek, 1 215 200 adet yığma ve 484 800 adet betonarme bağımsız birimin yıkılması sonucu oluşabilecek tahmini İYA miktarı hesaplanarak Tablo 3.8'de verilmiştir [1].

Tablo 3.8. Kentsel dönüşüm sonrası ortaya çıkacak tahmini atık miktarı [8]

İYA türü	Yığma (ton)	Betonarme (ton)	Toplam Atık (ton)
Beton	72 912 000	44 213 760	117 125 760
Demir	2 673 440	1 648 320	4 321 760
Tuğla	21 873 600	6 544 800	28 418 400
Toplam	97 459 040	52 406 880	149 865 920

Tablo 3.8’de verilen değerlere göre önümüzdeki 20 yıl boyunca İstanbul’daki dönüşüm çalışmaları sırasında yıkılacak yaklaşık 1,7 milyon bağımsız birimden yaklaşık olarak 150 milyon ton (7,5 milyon ton/yıl) İYA oluşması tahmin edilmektedir [1]. Sadece İstanbul’un önümüzdeki 20 yıl boyunca üreteceği bu İYA ile deniz üzerine 30 milyon ton dolgu [9] yapılarak inşa edilen Ordu-Giresun Havalimanı’nından (bkz. Resim 3.1) beş tane yapılabilmektedir.



Resim 3.1. Ordu-Giresun Havalimanı dolgusu [9]

3.1.3. İYA'nın Depolanması

İYA atıklarının tekrar kullanımı ya da geri dönüşümü mümkün değilse bu atıkların kontrollü bir şekilde depolanması gerekmektedir. Depolama alanlarının su kaynaklarından uzakta ve tarım potansiyeli olmayan alanlarda teşkil edilmeleri gerekmektedir [7]. Trabzon ve Rize Katı Atık Birliği'nin Sürmene Çamburnu'ndaki depolama sahası Resim 3.2'de gösterilmektedir.



Resim 3.2. Çamburnu (Trabzon) katı atık depolama tesisi [10]

3.2. Seçici Yıkım

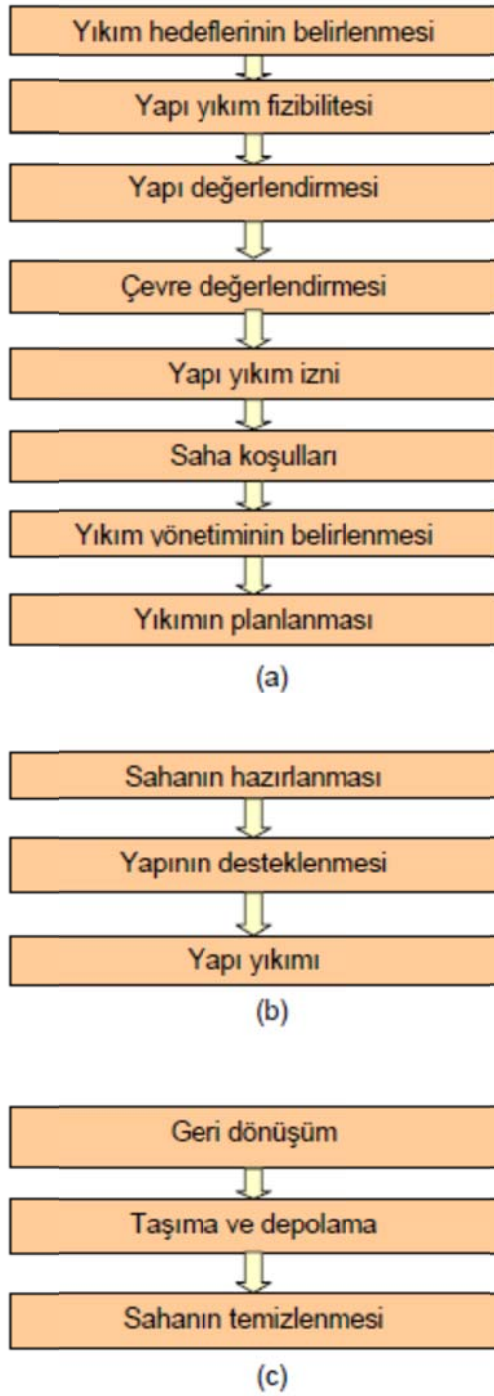
Yapıların ömrünü tamamlaması, ihtiyaca cevap verememesi veya çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturması durumunda yıkım kararı alınabilir. Gerek bu yıkım ve yenileme çalışmaları gerek doğal afetler sonucu kendiliğinden yıkılan yapılar nedeniyle ortaya yüksek miktarda yapısal atık çıkar. Doğal afetler nedeniyle ortaya çıkan atıklar karmaşık bir yapıda olduğundan tasnifi ve geri dönüşümü zordur. Diğer taraftan yıkım kararı alınan yapıların planlı ve kontrollü bir şekilde yıkılmasıyla ortaya çıkacak atık miktarı azaltılabilir.

İnşaat ve yıkıntı atığı meydana gelmeden önce bir plan yapılması, öncelikle seçimli olarak değerlendirilebilen atıkların sökülmesi (metaller, pencereler, kaplamalar, kiremitler, ahşaplar, izolasyon malzemeleri, camlar, vs.), daha sonra yıkım yapılarak çeşitli atıkların cins ve boyutlarına göre ayrılması sonucunda, inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden değerlendirilme oranı çok daha yüksek olacaktır. Ayrıca bu durumda ekonomik kazanç daha fazla olacak ve çevreye verilen zarar da en aza indirilmiş olacaktır [1].

Gerek doğal kaynak kullanımının azaltılması gerekse entegre atık yönetim sisteminin etkinliği açısından atıklardan geri kazanılan ürünlerin “ikincil hammadde” olarak kullanımı teşvik edilmelidir. Bu amaçla, üretim sürecinde kullanılmak üzere katı atık içindeki geri kazanılabilir bileşenlerin ayrılması gerekmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüştürülebilmesi için gelişmiş ülkelerde olduğu gibi kaynağında ayrıştırılarak toplanması ve temiz bir şekilde geri dönüşüm endüstrisine ulaştırılması gerekmektedir. Bu sürecin sağlıklı bir şekilde işletilebilmesi için yapı yıkımlarında “seçici yıkımın” esas alınması gerekmektedir [11]. Birçok kaynak tarafından “yeşil yıkım” olarak da adlandırılan bu yıkım tekniği, atık minimizasyonu sağlamak için en geçerli yöntem olarak kullanılmaktadır [1].

Seçici yıkım yöntemi, 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 tanımlanabilir.

Yapı yıkımları, yapım aşamasının tersi bir aktivite olarak gerçekleşmektedir. Gerek yapının tamamının yıkılması gerekse kısmi yıkımı söz konusu olduğunda yapısal atıkların azaltılması ve güvenlik önlemlerinin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle yıkım aşaması çeşitli parametrelere göre yönetilir. Yapı yıkım yönetim aşamaları herhangi bir yıkım projesinde en uygun yıkım tekniklerinin seçimi için yıkım uzmanlarına yol göstermektedir. Yapı yıkım yönetimi genel olarak üç aşamada gerçekleşmektedir; yıkım öncesi, yıkım esnası ve yıkım sonrası (bkz. Şekil 3.3) [1].



Şekil 3.3. Yapı yıkım yönetim aşamaları
 (a) yıkım öncesi, (b) yıkım sırasında ve (c) yıkım sonrası

3.2.1. Seçici Yıkım Öncesi Çalışmalar

Yıkım kararı alınmış yapının yıkım hedeflerinin belirlenmesi, yapı yıkım fizibilitesinin oluşturulması, yapı ve çevre değerlendirmesinin yapılması, yıkım izninin alınması, saha koşullarının incelenmesi, uygun yapı yıkım yönteminin belirlenmesi ve

yıkım planının oluşturulması yıkım öncesi aşamalar olarak sıralanabilir. Bu aşamalarda gerçekleştirilecek olan işlemler atık oluşumunun azaltılması ve geri dönüşüme gidecek malzeme miktarının artırılması açısından önemlidir. Zira yıkımdan önce yapının içerdiği malzemelerin analizlerinin yapılması, yapılan bu analizlere göre yıkım metoduna karar verilmesi, tekrar kullanılacak/geri dönüştürülecek malzemelerin belirlenmesi, ortaya çıkacak hafriyat toprağının özelliklerine göre yeniden kullanım alanının belirlenmesi, tehlikeli atıkların tespiti ve bertaraf planları bu aşamalarda gerçekleştirilir.

Yıkım izni alınmış olan bir yapıda öncelikli olarak geri dönüştürülecek malzemelerin sökümü yapılarak ayrı ayrı depolanır. Sökümü yapılacak olan ana malzeme grupları şu şekilde sıralanabilir [12]:

- Çatı kaplaması (kiremit, sac levha, şingül vb.) ve çatı profilleri
- Çatı bitümü ve izolasyon malzemeleri (taş yünü, cam yünü vb.)
- Kapı, pencere ve camlar
- Banyo ve mutfak dolapları
- Döşeme kaplamaları (parke, halı, PVC döşeme vb.)
- Tesisat malzemeleri (kalorifer peteği, musluk, lavabo vb.),
- Elektrik malzemeleri (pano, kablolar, vb.)

Söküm işlemleri tamamlanmış ve seçici yıkıma hazır hale getirilmiş olan bir binaya ait bir görsel Resim 3.3'te yer almaktadır.



Resim 3.3. Seçici yıkım öncesi sökümü yapılmış bir bina

3.2.2. Seçici Yıkım Sırasındaki Çalışmalar

Yıkım öncesi çalışmalar tamamlandıktan sonra yıkım aşamasına geçilir. Yıkımın başarıyla tamamlanması ve atık miktarının azaltılıp geri dönüşüme gönderilecek malzeme miktarının artırılması açısından yıkım sürecinde dikkat edilecek önemli hususlar vardır:

Yıkım işlemi için öncelikle uygulanacak yıkım yöntemine göre güvenlik önlemleri alınarak yıkım sahası hazır hale getirilir. Yıkıma öncelikle binada bulunan asbest gibi tehlikeli maddelerin ayıklanması ile başlanır. Ayıklanan bu maddeler, ilgili yönetmeliklere göre sahadan uzaklaştırılıp bertaraf edilir. Bir sonraki aşamada yapıdan kurtarılabilen yapı malzemesi/bileşenlerinin (sabit ve montajlı eşyalar, kapı, pencere, dolap, lavabo, küvet, çerçeve, radyatörler vb.) ayıklanmasıdır. Bu işlem gerçekleştirilirken bir yandan da kurtarılan malzemeler özelliklerine göre sınıflandırılmalı ve depolanmalıdır [11].

Yapı yıkımlarının çevresel etkilerinin azaltılması için yıkım esnasında elde edilen tekrar kullanılabilir malzemelerin atık haline dönüşmesinin engellenmesi ve geri dönüşüm tesisine gönderilmeden önce yıkım sahasında ayrı ayrı depolanmalıdır.

3.2.3. Seçici Yıkım Sonrası Çalışmalar

Bundan önceki aşamalarda olduğu gibi bu aşamanın amacı da atık oluşumunu azaltmak ve geri dönüştürülecek malzeme miktarını arttırmaktır. Yıkım sonrası sahanın temizlenmesi, çevre ve sağlık sorunlarının önüne geçilebilmesi açısından önemli bir aşamadır.

Resim 3.4 ve 3.5'te Pelitli (Trabzon) Kentsel Dönüşüm Projesi kapsamında yapılan yıkımda dikkat edilmediğinden hafriyat toprağı ve yıkıntı atıklarının birbirine karıştığı görülmektedir. Sağlıklı bir geri kazanım ve bertaraf oluşturulabilmesi için hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının karıştırılmaması gerekmektedir. Bu sebeple seçici yıkım esaslarına sadık kalınarak yıkım yapılmalıdır.



Resim 3.4. Hafriyat ve yıkıntı atıklarının birbirine karıştırılması



Resim 3.5. Pelitli (Trabzon) Kentsel Dönüşümü kapsamında yapılan kontrolsüz yıkım

Yapıdan sökülen ve türlerine göre gruplandırılmış malzemeler yıkım öncesi yapılan planlar doğrultusunda tekrar kullanma/geri dönüşüm yoluyla ekonomiye kazandırılabilir ya dönüşümü mümkün değilse uygun şekilde bertarafı yapılmalıdır.

Tekrar kullanılacak malzemeler sınıflandırıldıktan sonra çeşitli şekilde değerlendirilebilirler. Malzeme sahibi bunları kullanmak için saklayabilir ya da kullanmayacaksa bu malzemeyi kullanılmak üzere bağışlayabilir. Diğer bir seçenek ise malzemenin çeşitli yollarla pazarlanmasıdır. Genellikle pazarlama için ikinci el yapı malzemeli satan yapı marketleri tercih edilir. Bunun yanında internetten satış, açık arttırma ya da aracı kullanılarak satış da gerçekleştirilen yöntemlerdir. Tekrar kullanılama uygun olmayan fakat geri dönüştürülebilecek yapısal atıkların yıkım sahasında mümkün olduğu kadar ayrıştırılması gerekmektedir. Ayrıştırılan yapısal atıkların geri dönüştürme işlemi sahada gerçekleştirilebildiği kadarı ile yapılmalıdır (örneğin: beton molozlarının makinelerle küçük paçalar ayrılması). Sahada geri dönüşümü gerçekleştirilemeyen atıkların ise geri dönüşüm tesislerinde özelliklerine göre dönüşümü sağlanarak tekrar kullanımı sağlanmalıdır [11]. Yapısal atıklarının geri kazanılamaması durumunda bu atıklar kontrollü olarak depolama tesislerine gönderilmelidir.

4. GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR İNŞAAT YIKIM ATIKLARI

İnşaatta kullanılan malzemeler doğal kaynaklardan elde edildiğinden, yeni malzeme üretiminin ülkemizin kıt olan doğal kaynaklarını uzun vadede eriteceği aşikârdır. Bu noktada işe yaramaz gibi görülen inşaat ve yıkıntı atıklarının uygun yöntemlerle tekrar kullanılabilir malzemelere dönüştürülmesi hammadde, işgücü ve enerji tasarrufu sağlayacak, proje maliyetlerini düşürecek dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Türkiye'deki yapıların yaklaşık %90'ının betonarme olarak inşa edildiği bilinmektedir. Duvarlar çimento veya alçı sıva olarak sıvanmış tuğla, kapı ve pencere sistemleri ahşap veya PVC malzemedен oluşmakta, zemin seramik ya da mozaikle kaplanırken, su ve elektrik tesisatları duvarın içinden veya zemin kaplama malzemesinin altından geçmektedir. Bu durum yapıların yapı ayrıştırma yöntemi ile yıkılmasını zorlaştırmaktadır. Türkiye'nin büyük bir bölümünün deprem riski taşıması, plansız ve kaçak yapılaşmanın hızlı bir gelişim göstermiş olması, yerel yönetimleri çeşitli kentsel dönüşüm projelerine yönlendirmiştir [13].

Türkiye'de gerçekleştirilen yıkım faaliyetleri çoğunlukla yapı yıkım firmaları, ikinci el malzeme tedarikçileri ve hurdacılar tarafından yapılmaktadır. Yapının taşıyıcı sisteminin yıkımı yapılmadan önce ikinci el olarak satılabilecek yapı malzemelerinin/bileşenlerinin kurtarımı yapılmakta ve ikinci el yapı malzemesi olarak depolarda satışa sunulmaktadır [13].

İYA yıkım müteahhitleri tarafından moloz haline getirilerek atık döküm yerlerine, boş arazilere, dolgu amaçlı olarak belediyelerin gösterdiği yerlere veya kaçak olarak dere ve deniz kenarlarına dökülmektedir. Resim 4.1'de uygunsuz olarak dere kenarına dökülen inşaat atıkları görülmektedir.

Bugüne kadar üretilen inşaat ve yıkıntı atıklarının çevre ve insan sağlığı açısından bir risk unsuru olmaktan çıkarılıp girdi olarak ekonomiye kazandırılması sonucunda atık miktarlarında meydana gelecek azalma, hem başta metropol kentler olmak üzere yerleşim birimlerindeki depolama alanlar üzerindeki baskı azaltılacak hem de sürdürülebilir kentsel dönüşüm politikalarının temeli olacaktır [1].

Ülkemizde inşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımının etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın öncülüğünde yürütülecek çalışmalarla hem yıkım sektöründe yer alan firmaların seçici yıkımı esas alması sağlanması hem de atıklardan geri kazanılacak ürünlerin değişik sektörlerde kullanımının teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla başta seçici yıkım, geri kazanım tesis kurulumu ve ürün kullanımını olmak üzere konuya ilişkin tüm iş ve işlemlerin tek bir yönetmelik çatısı altında düzenlenmesi yararlı olacaktır [1].



Resim 4.1. Uygunsuz depolanan İYA [14]

Dünyada inşaat ve yıkıntı atıklarından seçilmiş haldeki beton atığını çeşitli beton ürünlerinin üretiminde yeniden kullanılmaktadır. Ayrıca beton atıkları bitümlü asfalt tabakasında agrega olarak kullanılmaktadır. Karışık veya seçimli İYA, karayollarında yol dolgu malzemesi olarak yeniden kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca seçimli tuğla atıkları da yeniden tuğla üretiminde hammadde girdisi olarak kullanılmaktadır. Ülkemizden ise inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanılması açısından 20 Haziran 2014 tarih ve 29036 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY), Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği”ne göre 17 kodlu inşaat ve yıkıntı atıklarının “alternatif hammadde, ATY ve ek yakıt” olarak kullanılabilceği yer almıştır. İYA ile

ilgili yürürlükte olan 18.03.2004 tarih ve 25406 sayılı “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” ne göre toplanan inşaat ve yıkıntı atıkları öncelikli olarak altyapı projelerinde kullanılacaktır. Bu yönetmeliğe göre;

- Doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir üretim, depolanacak atık miktarının azaltılması ve ekonomik değer yaratılması amacıyla inşaat/yıkıntı atıklarının geri kazanılması esastır.
- Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının öncelikle kaynağında azaltılması, ayrı toplanması, tekrar kullanılması ve geri kazanılması esastır.
- Hafriyat sırasında, bitkisel toprak ayrı olarak toplanır. Bitkisel toprak park, bahçe, yeşil alan yapımında rekreasyon amacıyla kullanılacak ve kesinlikle depolama sahasına gönderilmeyecektir.
- Bitkisel toprak dışındaki hafriyat toprağı ise öncelikle dolgu, rekreasyon, katı atık depolama alanında günlük örtü ve benzeri amaçla kullanılacak, tekrar kullanımlarının mümkün olmaması durumunda depolanarak bertaraf edilecektir.
- Geri kazanılamayan inşaat/yıkıntı atıkları gerekli ayrıştırma ve boyut küçültme yapıldıktan sonra Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen esaslara göre katı atık depolama alanında günlük örtü malzemesi olarak kullanılabilir.
- Geri kazanım tesislerinde ikincil ürün haline getirilen asfalt atıkları düşük trafik yoğunluklu yollarda dolgu malzemesi olarak veya asfalt üretim tesislerinde öncelikli olarak kullanılır.
- Geri kazanılmış ürünler, ilgili standartları sağlamak şartı ile gerekli işlemlerden sonra orijinal malzemeler ile birlikte veya ayrı olarak, yeni beton üretiminde, yol, otopark, kaldırım, yürüyüş yolları, drenaj çalışmaları, kanalizasyon borusu ve kablo döşemelerinde dolgu malzemesi olmak üzere, alt ve üst yapı inşaatlarında, spor ve oyun tesisleri inşaatları ile diğer dolgu ve rekreasyon çalışmalarında öncelikli olarak kullanılır [15].

Ülkemizde inşaat ve yıkıntı atıklarının, beton, asfalt, çimento ve tuğla üretiminde yeniden kullanımına yönelik standartların yeterli olduğu ve ilgili sektörlerde kullanıldığı söylenemez. Ancak Karayolları Genel Müdürlüğü’nce hazırlanan “Karayolları Teknik Şartnamesi”nde İYA’nın yol dolgusunda; TS 706 EN 12620 ise “geri kazanılan”

agregalara atıf yapmaktadır. Ülkemizde İYA'lar daha çok terk edilmiş madenlerin, taşocağı işletmelerin rehabilitasyonunda dolgu malzemesi olarak, deniz dolgusunda ve havaalanı pisti taban malzemesi olarak ve topografik olarak oluşan çukurların doldurulmasında kullanılmaktadır [1]. Bu açıdan ülkemiz, İYA yeniden kullanımı ve geri dönüşümünde gelişmiş ülkelerden oldukça geride bulunmaktadır.

İnşaat atıklarının yaklaşık %40'ını beton atıkları oluşturmaktadır. Beton ve tuğla atıklarının haricindeki tehlikeli maddelerle kontamine olmayan yanabilir nitelikteki atıklar (ahşap, plastik gibi) atıktan türetilmiş yakıt üretiminde kullanılmaktadır. Metal atıklar ise tekrar geri dönüşüme kazandırılmaktadır. Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş atıklar ise ilgili yönetmelik gereği düzenli depolanmaktadır [1].

4.1.1. Atık Betonların Beton Agregası Olarak Kullanılması

Betonun mutlak hacminin yaklaşık % 75'ini oluşturan agregalar, mineral kökenli ve 100 mm'ye kadar çeşitli tane büyüklüklerinde kırılmamış veya kırılmış tanelerin yığıdır.

Dünya genelinde tüm maden üretimi içinde % 58'lik payla birinci sırayı doğal agrega üretimi almaktadır [1]. Beton hacminin yaklaşık %75'ini agregalar oluşturmaktadır. Dünyada her yıl yaklaşık olarak 8-12 milyar ton doğal agrega tüketilmektedir. Doğal agreganın özgül ağırlığının 2,5 ton/m³ olduğu düşünülürse dünyada her yıl doğal kaynaklardan en az 4 milyar m³'lük bir hacmi kapsayacak agrega üretildiği ortaya çıkar. Agreganın madenciliğinin %100 verimle yapıldığı düşünülürse dahi 4 milyar m³'lük bir hacimdeki cevherin çıkarılması ve işlenmesinin çevreye etkileri de hiç de azımsanmayacak ölçüde olacaktır. Ülkemizde ise hazır beton için yıllık agrega ihtiyacı yaklaşık 200 milyon ton'dur. Ülkemizin yıllık agrega ihtiyacının Ordu-Giresun havalimanında yapılan deniz dolgusunun 6 katından fazla olduğu göz önüne alınca agrega üretiminin ekonomimize ve çevreye olan etkisi tahmin edilebilir.

Beton üretiminde kullanılan agregalar, doğal kaynaklardan elde edilmektedir. Doğal agrega kullanımının agrega hem ocaktan çıkartılırken hem de nihai tüketim yerine nakliyesi sırasında çevreye olumsuz etkileri olmaktadır. Bir kez kullanıldıktan sonra geri dönüşümü yapılmayan bu kaynakların hem çevre hem de ülke ekonomisine olumsuz etkileri olduğu açıktır.

Dolayısıyla beton üretiminde doğal kaynakların kullanımının azaltılması;

- Hâlihazırda kıt olan bu kaynakların gelecek nesillere aktarılmasını,
- Kaynakların çıkartılması aşamasında ortaya çıkan çevresel etkilerin azalmasını,
- Kaynakların şehir merkezlerinden uzakta olmasından dolayı ortaya çıkan ilave nakliye maliyetlerinin azalmasını,
- Nakliye sebebiyle ortaya çıkan ilave sera gazı salınımının azalmasını,
- Atıkların çevre ve insan sağlığına etkisinin azalmasını,
- Atıkların ekonomiye girdi olarak geri kazanılmasını

sağlayacaktır.

İYA'ların önemli bir kısmını beton atıkları oluşturmaktadır. Atık betonların, geri kazanılarak beton üretiminde agrega olarak kullanılması durumunda; atıkların çevreye verdiği zararlar azaltılacak, inşaat maliyetleri düşecek, doğal kaynaklar korunacaktır.

Dünyada geri kazanılmış agrega (GKA) üretimi ve kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. ABD'de kullanılan agregaların % 14'ü, İngiltere'de ise % 10'u geri kazanılmış olanlardır. Genelde geri kazanılmış agregaların dolgu malzemesi veya yol inşaatlarında temel altı malzeme olarak kullanıldıkları bilinmektedir.

AB ülkeleri her yıl 50 milyon ton beton atığı üretmektedir. Bu miktar ABD'de 60 milyon ton, Japonya'da ise 12 milyon ton civarındadır. Japonya'da her yıl 2,5 milyon m³ agrega beton atıklarının geri dönüşümünden sağlanmaktadır [7]. Kısacası Japonya ortaya çıkan atık betonlarının %50'sini geri dönüştürerek yeni beton üretiminde agrega olarak kullanmaktadır. Beton hacminin %75'inin agrega olduğu varsayılırsa Japonya'da her yıl 3 milyon m³'ün üzerinde beton atık betonlardan elde edilen agregalarla üretilmektedir.

Hem doğal hem de geri kazanılan agregalar için agrega üretim teknolojisi Tablo 4.1'de özetlenmiştir [16]:

Tablo 4.1. Agrega üretim teknolojisi [16]

Doğal Agregalar	Geri Kazanılan Agregalar
Çeşitli kayaç kaynaklarından yüzeysel yöntemlerle çıkarılır.	İnşaat ve yıkıntı atıklarından üretilirler.
Madencilik çevre düzenlemesi ve ıslahı gerektirir.	Geri dönüşüm, toz ve gürültü açısından daha sınırlı bir ıslah gerektirir.
Kalite, çıkarılan kaynağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır.	Kalite, içerisinde bulunan yabancı madde miktarına bağlıdır.
Üretim prosesi kırma, eleme ve karıştırma işlemlerinden oluşur.	Üretim prosesi doğal agregalarda olduğu gibidir, ancak ilave olarak, içerisindeki istenmeyen maddelerin (metal, ahşap vb.) ayrıştırılması işlemi vardır.
Çıkarılan kaynağa bağımlılık vardır. Mesafeler ve taşıma maliyetleri yüksek olabilir.	İhtiyaca yakın yerlerde geri dönüşüm tesisi kurulabilir. Taşıma maliyetleri düşürülebilir.

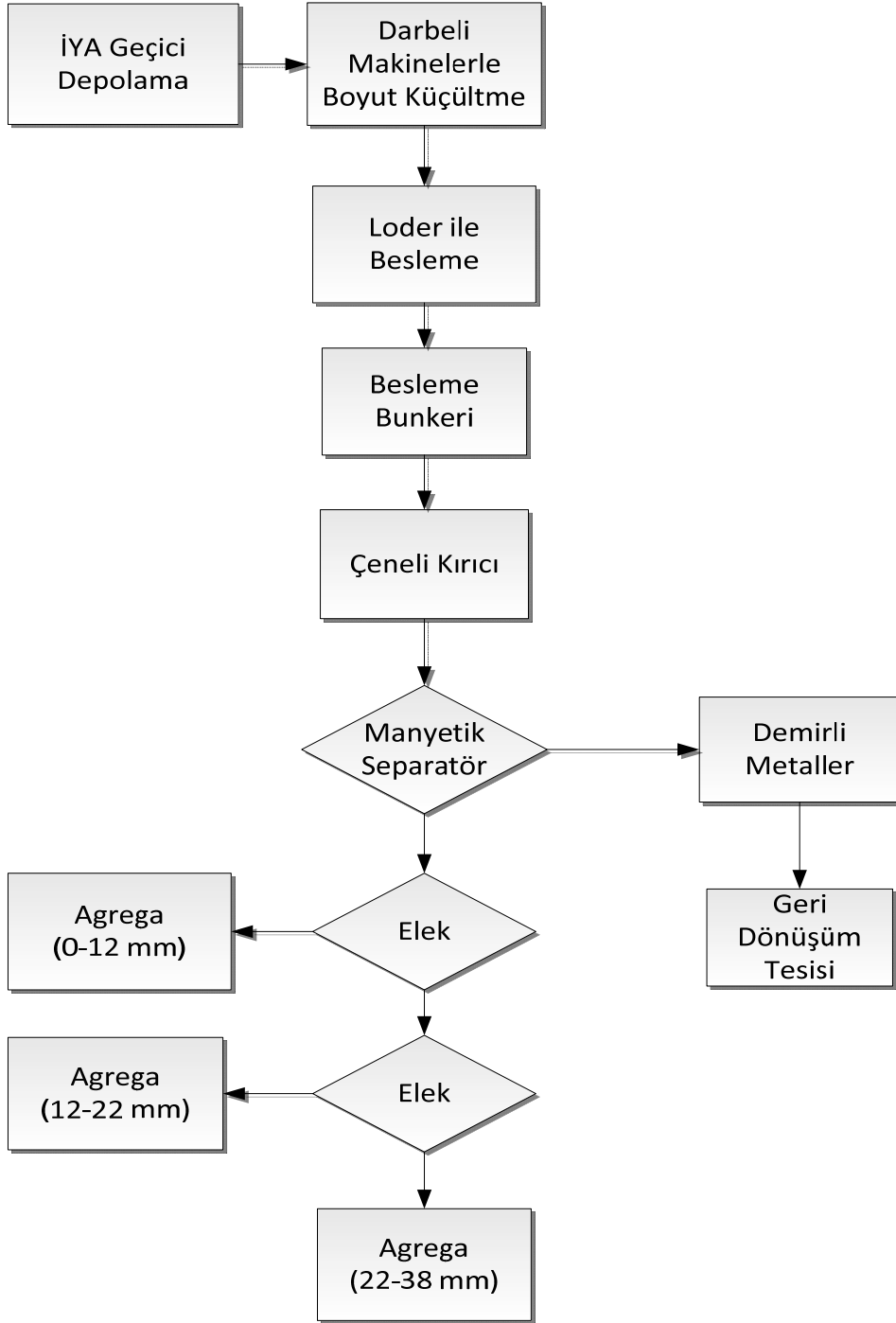
Sadece İstanbul'da önümüzdeki 20 yıl içinde yapılacak olan kentsel dönüşüm çalışmaları nedeniyle 117 milyon ton (5,85 milyon ton/yıl - 2,44 milyon m³/yıl) beton atığı (Bkz. Tablo 3.8) ortaya çıkması tahmin edilmektedir. Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) verilerine göre 2014 yılında Türkiye'de 107 milyon m³ hazır beton üretilmiştir [17]. İstanbul'da ortaya çıkan yıllık 2,44 milyon m³ beton atığından -Japonya örneğindeki gibi %50'sini geri dönüştürebilme kapasitesine ulaşırsa- 3,2 milyon m³ beton elde edilebilir ki bu miktar İstanbul'un yıllık 27 milyon m³ olan beton üretiminin %12'sine tekabül etmektedir [18].

Tipik bir İYA geri kazanım tesisinde, geri kazanım aşamaları şu şekilde sıralanabilir [16];

- İYA tesise girdiğinde otomasyon programına veri girişi yapılır,
- Uygun olmayan malzeme tesise kabul edilmez, geri gönderilir,
- Tesise kabul edilen malzemeler geçici depolama merkezinde depolanır,
- Kırıcıda kırılmayacak büyüklükteki malzemeler, darbeli makinelerle daha sonra boyutları küçültmek üzere ayrı bir yerde depolanır,
- Uygun malzemeler kırıcıya aktarılır,
- Kırılan malzemeler konveyör bant ile eleğe gönderilir,

- Kırılma sonucu agregadan ayrılan demir donatısı manyetik bant yardımıyla geri kazanılır,
- Eleğe geçen malzemeler farklı boyutlarda elenerek tasnif edilir,
- Elde edilen malzemeler lastikli yükleyici tarafından kamyonlara yüklenerek tekrar kullanılmak üzere depolanır.

Tipik bir İYA geri kazanım tesisi akım şeması Şekil 4.1’de gösterilmektedir [16].



Şekil 4.1. İYA geri kazanım tesisi akım şeması [16]

Dünya üzerinde yer alan standartlar, geri kazanılan agregaların yapısal betonlarda kullanımına izin verildiği görülmektedir. Son yıllarda beton atıklarının yeniden kullanımı ve geri dönüşümü konularını inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır [19]. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) ile Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa yürütülen “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü

ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında atık betonlardan elde edilen GKA’ların yeniden beton üretiminde agrega olarak kullanılması da ele alınmıştır. Bu proje kapsamında belirli ikame oranlarında GKA’lar kullanılarak hazırlanan karışımlarla beton/betonarme boru, şap betonu, grobeton ve kent mobilyası ürünleri üretilmiştir. Endüstriyel üretim çalışmaları sonrasında ürünlere ilgili ürün standartları çerçevesinde test ve deneyler yapılmış olup, GKA’lardan yapısal ve yapısal olmayan beton üretiminin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır [1].

4.1.1.1. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonların Beton Agregası Olarak Kullanılması

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi ile Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa yürütülen “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında gerçekleştirilen beton boru deneylerinden elde edilen sonuçlar Tablo 4.2’de İller Bankası Standartlarıyla karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.2. GKA ile üretilmiş beton ve betonarme boruların İller Bankası standartlarıyla karşılaştırılması [1]

	Atık Yüzdesi (%)	Çimento Miktarı (kg/m ³)	Su / Çimento Oranı	28 Gün Basınç Mukavemeti (MPa)	Tepe Yüğü (kN/m)	İller Bankası Standardına Göre Tepe Yüğü (kN/m)*
Şahit Ø300	-	400	0,35	48,3	49	48
BB %20	20	400	0,35	37,8	43	
BB %20+Ç	20	500	0,35	44,3	46	
Şahit Ø800	-	400	0,35	52,2	140,4	72
BAB %20	20	400	0,35	42,6	129,8	
BAB %20+Ç	20	500	0,35	49,0	136,3	

* Değerler, İller Bankası Genel Müdürlüğü Beton/Betonarme Boru ve Bağlantıları Özel Şartnamesi Tablo-20 ve Tablo-21’den alınmıştır [20].

İller Bankası tarafından yaptırılmakta olan altyapı inşaatlarında kullanılan beton ve betonarme kanalizasyon borularının özellikleri, İller Bankası Genel Müdürlüğü Beton/Betonarme Boru ve Bağlantıları Özel Şartnamesi'nde verilmektedir. Bu şartnameye göre entegre contalı Ø300 beton boru ve Ø800 betonarme boruların tepe basınç yükü en küçük kırılma yükleri sırasıyla 48 kN/m ve 72 kN/m'dir. Bu değerlerle karşılaştırıldığında GKA ile üretilmiş beton ve betonarme boruların tepe yükü dayanımlarının İller Bankası tarafından istenen minimum değerleri sağladığı görülmektedir. Proje sonuç raporunda, GKA ile üretilen beton ve betonarme boruların TS EN1916'ya göre yapılmış olan su sızdırmazlık testlerinin de uygun olduğu belirtilmektedir [1].

Özetle, dayanım ve su sızdırmazlık test sonuçları dikkate alındığında, GKA ile üretilmiş olan beton ve betonarme boruların İller Bankası projelerinde kanalizasyon borusu olarak kullanılmasında bir sakınca görünmemektedir.

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi ile Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa yürütülen "İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi" kapsamında üretilen rögar kapaklarına ait test sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. GKA ile üretilmiş rögar kapağı deney sonuçları [1]

	Atık İkame Yüzdesi (%)	Çimento Miktarı (kg/m ³)	Su / Çimento Oranı	Katkı / Çimento Oranı (%)	Birim Ağırlık (g/cm ³)	28 gün Zımbalama Kırılma Yükü(kN/m)
Şahit	0	500	0,32	1,3	2435	132,1
RK %15	15	500	0,32	1,3	2293	118,9
RK %15+Ç	15	600	0,32	1,3	2350	130,5

Tablo 4.3'ten görüldüğü gibi % 15 oranında GKA kullanılarak üretilen rögar kapaklarından TS 1478 EN 124'te istenilen zımbalama yük değerleri elde edilmiştir.

Bu deney sonuçlarına göre GKA ile üretilen beton ve betonarme boruların ve rögar kapaklarının İller Bankası standartlarını karşıladığı görülmektedir. Her ne kadar proje kapsamında muayene ve parsel bacası üretimi yapılmamış olsa da, beton/betonarme boru

ve rögar kapağı sonuçları baz alındığında GKA kullanılarak İller Bankası şartnamelerine uygun baca üretimi yapılabileceği düşünülmektedir.

İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce halen yürütülmekte olan projelerde yaklaşık 512 000 m kanalizasyon borusu ve 31 750 adet kanalizasyon muayene ve parsel bacası bulunmaktadır. (bkz. Tablo 4.4)

Tablo 4.4. İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce yürütülen işlerdeki boru ve baca metrajı

ALTYAPI ELEMANI	Birim	TOPLAM MİKTAR	ELEMAN BAŞINA GEREKEN BİRİM AGREGA MİKTARI (m ³ /m, m ³ /ad)	TOPLAM AGREGA MİKTARI (m ³)
<i>Korige/Beton Boru</i>		<i>511.683</i>		<i>10.841</i>
Ø150	m	85.423	0,0130	1.110
Ø200	m	371.731	0,0170	6.319
Ø300	m	30.547	0,0350	1.069
Ø400	m	15.018	0,0500	751
Ø500	m	3.196	0,0700	224
Ø600	m	1.598	0,1020	163
Ø800	m	762	0,1640	125
Ø1000	m	2.616	0,2880	753
Ø1200	m	792	0,4120	326
<i>Baca Elemanları</i>		<i>31.757</i>		<i>25.789</i>
Parsel Bacası	adet	19.417	0,4740	9.204
Muayene Bacası	adet	12.340	1,3440	16.585
TOPLAM				36.630

Tablo 4.4'ten de görüleceği gibi sadece İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce yürütülmekte olan işlerdeki kanalizasyon borularının tamamı beton/betonarme olarak tercih edilseydi ve bu borular ile baca elemanları %20 GKA ikamesi ile üretilseydi 29 000 m³ doğal agrega tasarrufu sağlanabilirdi.

Tablo 4.5'te proje kapsamında GKA ile üretilmiş olan grobeton, şap betonu ve kent mobilyalarına ait test sonuçları verilmiştir [1].

Tablo 4.5. GKA ile üretilmiş grobeton, şap betonu ve kent mobilyalarına deney sonuçları [1]

	Atık İkame Yüzdesi (%)	Çimento Miktarı (kg/m ³)	Su / Çim. Oranı	Katkı / Çim. Oranı (%)	Birim Ağırlık (g/cm ³)	7 Gün Basınç Muk. (MPa)	28 Gün Basınç Muk. (MPa)
Grobeton Şahit	0	200	1	-	2435	7,8	9,4
Grobeton %45	45	200	1	-	2322	5	6,4
Şap Şahit	0	300	0,58	1,8	2462	15,5	17,3
Şap %20	20	300	0,58	1,8	23,75	11	14,9
Şahit KM	0	500	0,32	1,3	2419	62,1	71,0
KM %30	30	500	0,32	1,3	2322	48,4	56,6
KM %30+Ç	30	600	0,32	1,3	237	63,0	73,0

Grobeton ve şap betonu üretiminde, üretilen betonlarda dayanım şartı aranmadığından yalnızca mukavemet değişimleri gözlenmiştir. % 45 atık agregaya ikame edilen grobetonda %32 basınç mukavemet kaybı, % 20 atık agregaya ikame edilen şap betonunda % 14 basınç mukavemet kaybı olduğu görülmektedir. Kent mobilyalarında ise % 30 atık agregaya ikamesi ve çimento dozajı artırılarak üretilen betonlarda şahit betonun dayanımları yakalanmıştır [1].

Bütün bu sonuçlardan yola çıkarak, İller Bankası projelerinde grobeton, şap ve kent mobilyası betonlarında İYA'dan elde edilen agregaların kullanılabilirliğinin teknik olarak bir sakıncası yoktur.

4.1.2. İYA'nın Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılması

İYA'nın geri kazanımı aşamasında içindeki plastik, ahşap, tahta, demir, kablo, gibi malzemeler ayrıştırılıp kırma-eleme işlemine tabi tutulduktan sonra, yüksek kalitede

inşaat malzemesi elde edilebilmektedir. Böylece hem çevreye hem de ekonomiye katkı sağlanmaktadır.

Türkiye genelinde önümüzdeki yıllarda çok sayıda konutun elden geçirilmesinin planlandığı dikkate alınır, ortaya çıkacak olan inşaat ve yıkıntı atıklarının çevre sorunlarına sebep olmadan geri dönüşümü ve yeniden kullanımı son derece önemlidir.

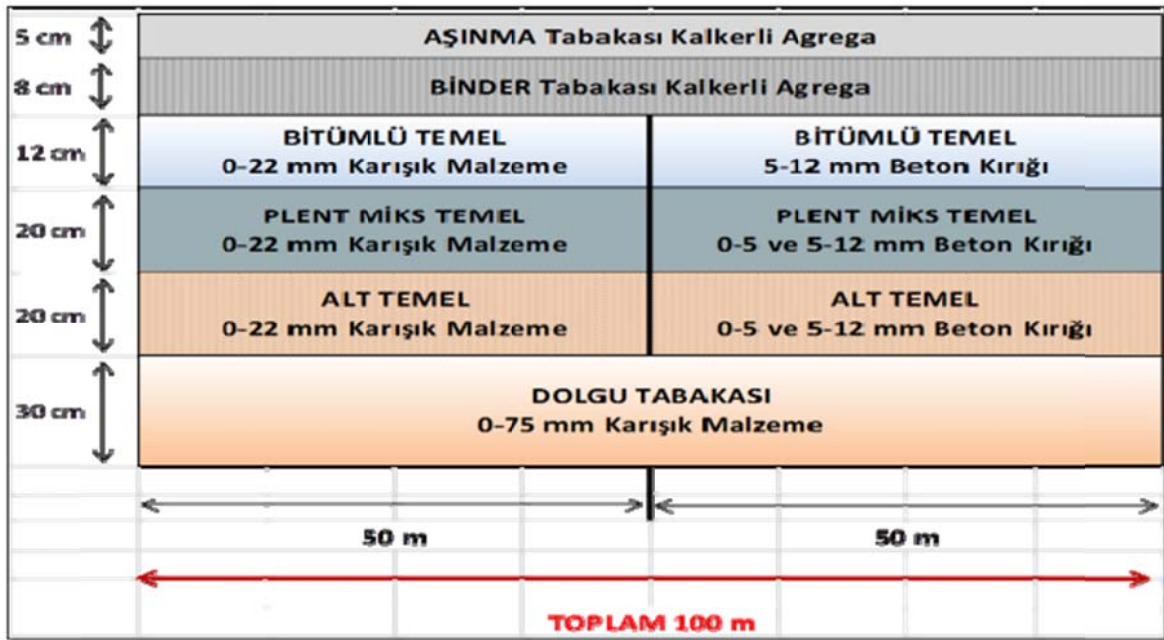
Ancak, ülkemizde yıkım mevzuat ve sektörünün yeni yeni ortaya çıkması, geri dönüşüm bilincinin tam olarak gelişmemiş olması dolayısıyla seçici yıkım metodunun yaygınlaşmamış olması nedeniyle İYA'nın ayrıştırılması sağlıklı olarak yapılmamaktadır. İYA geri dönüşüm tesislerinin yaygın olmadığı ülkemizde yıkım sonucu ortaya çıkan malzemelerin çoğunlukla hiçbir işleme tabi tutulmadan direkt dolgu malzemesi olarak kullanılması oldukça yaygındır. İleri teknoloji ya da donanım gerektirmemesi, uygulamasının kolay olması, hem yıkım müteahhidi hem de yerel yönetimler açısından ekonomik olması gibi nedenlerden dolayı tercih edilen bu yöntem hem çevre kirliliği yaratmakta hem de geri kazanım potansiyeli olan ve ekonomik girdi sağlayabilecek olan malzemelerin kaybına yol açmaktadır. Resim 4.2'de deniz dolgusunda gelişigüzel olarak kullanılan İYA gösterilmektedir.

Dolgu malzemesi olarak kullanılacak beton, tuğla, kiremit, asfalt vb. malzemelerin İYA geri kazanım tesislerinde kırma-eleme işlemlerine tabi tutularak uygun büyüklüklere getirilerek kullanılmasının ekonomik getirisinin yanı sıra yapılan dolgunun mühendislik açısından daha sağlam olmasını sağlayacaktır.



Resim 4.2. İYA'nın ayrıştırılmadan dolguda kullanılması [21]

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi ile Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa yürütülen “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında İYA'larından elde edilen agregalar kullanılarak Şekil 4.2’de gösterilen kesitte 100 metrelik bir deneme yolu yapılmıştır.



Şekil 4.2. İYA kullanılarak yapılan deneme yolu kesiti [1]

İnşa edilen deneme yolunda;

- Dolgu tabakasında: Karışık İYA olarak %100
- Alt Temel tabakasında: Karışık İYA %50, Beton Blok Kırığı İYA %65
- Plent Miks Temel tabakası: Karışık İYA %40, Beton Blok Kırığı İYA %60
- Bitümlü Temel tabakası: Karışık İYA %10, Beton Blok Kırığı İYA %15 oranlarında kullanılmıştır [1].

Yapılan çalışmalar sonucunda; İYA'nın asfaltın altındaki Dolguda tamamen kullanılabilceği, Alt Temel ve Plent Miks Temel tabakalarında ise belirli oranlarda kullanılabilceği belirlenmiştir [1].

Uygulamadan 5 ay sonra yapılan kontrollerde yolda herhangi bir bozulma olmadığı tespit edilmiştir (bkz. Resim 4.3) [1].



Resim 4.3. İYA kullanılarak yapılan deneme yolu [1]

4.1.2.1. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonlardan Elde Edilen Agregaların Yataklama-Gömlekleme Malzemesi Olarak Kullanılması

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi ile Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa yürütülen “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde; İYA’lardan elde edilen agregaların, asfaltın altındaki Dolguda tamamen kullanılabilceği, Alt Temel ve Plent Miks Temel tabakalarında ise belirli oranlarda kullanılabilceği ortaya çıkmıştır [1]. Proje sonuç raporunda; “Teknik ve ekonomik açıdan uygun inşaat ve yıkıntı atığının yol imalatında kullanılması sosyoekonomik ve çevresel yönden önemli faydalar sağlayacaktır” denilmektedir [1].

Bahsedilen “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi” sonuçlarından yola çıkarak İller Bankası tarafından yürütülen işlerdeki kanalizasyon ve içmesuyu borularının yataklama ve gömleklemesinde İYA’dan elde edilen agregaların kullanılabilceği düşünülmektedir.

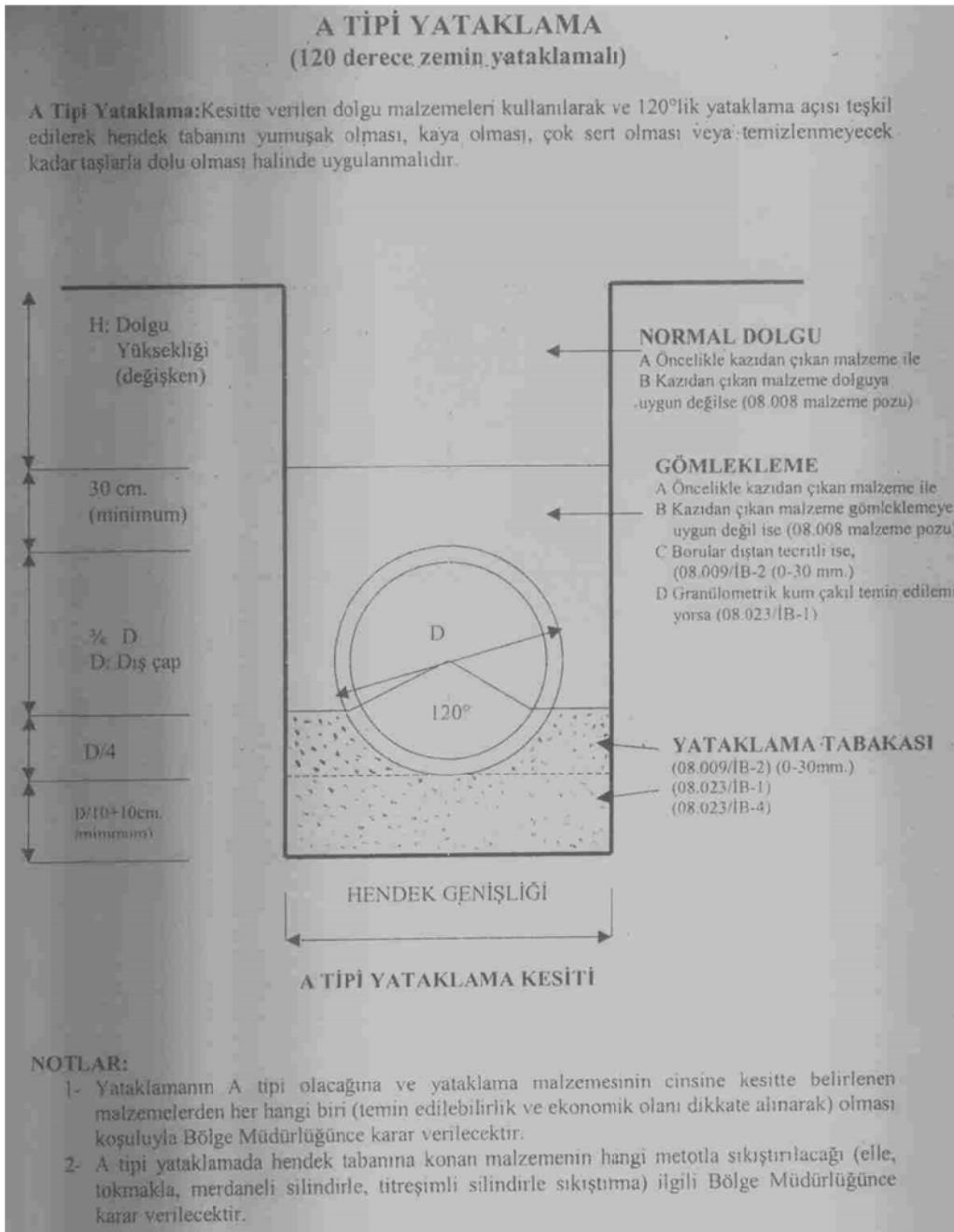
Boruların yataklama-gömleklemesinde kullanılacak malzemenin;

- borunun sabit ve düzenli bir şekilde desteklenmesini sağlayacak,
- dolgu ve trafik yüklerini düzenli bir şekilde dağıtılmasını sağlayacak,
- trafik ve dolgu yükleri altında borunun zarar görmesini (ezilme, göçük, sehim vb.) engelleyecek,

nitelikte olması gerekmektedir.

İller Bankası tarafından yürütülen işlerde kanalizasyon borularının yataklama ve gömleklemesi, İller Bankası Genel Müdürlüğü Birim Fiyat Tarifleri Kitabı’nda [22] yer alan 15.140/İB-4 poz tarifine göre ve TP.10/25-B no’lu tip projedeki [23] kesitlere göre yapılmaktadır. Şekil 4.3’te ve Resim 4.4’te gösterilen A-Tipi yataklama kesitine göre D= boru çapı olmak üzere; 0-30mm granülometrik tuvenan kum-çakıl ile;

- boru altına D/10+10cm (minimum 15cm) yataklama,
- boru üzerine minimum 30 cm gömlekleme uygulanmaktadır.



Şekil 4.3. İller Bankası kanalizasyon borularının A-Tipi yataklama kesiti



Resim 4.4. Kanalizasyon borusu yatakalama-gömlekleme

İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce yürütülmekte olan kanalizasyon ve içmesuyu inşaatı işlerindeki toplam boru boyları, toplam baca elemanları ve TP.10/25-B A-Tipi yataklama-gömlekleme kesitine göre hesaplanmış agrega miktarları Tablo 4.6'da verilmektedir.

Tablo 4.6. İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nce yürütülen işlerdeki agrega miktarı

ALTYAPI ELEMANI	Birim	MİKTARI	BİRİM UZUNLUKTAKİ YATAKLAMA GÖMLEKLEME MİKTARI (m ³ /m, m ³ /ad)	TOPLAM YATAKLAMA GÖMLEKLEME MİKTARI (m ³)
<i>Korige/Beton Boru</i>		<i>511.683</i>		<i>254.162</i>
Ø150	m	85.423	0,4623	39.494
Ø200	m	371.731	0,4886	181.628
Ø300	m	30.547	0,5294	16.170
Ø400	m	15.018	0,5544	8.326
Ø500	m	3.196	0,6588	2.105
Ø600	m	1.598	0,7674	1.226
Ø800	m	762	0,9976	760
Ø1000	m	2.616	1,2450	3.257
Ø1200	m	792	1,5096	1.196
<i>HDPE Boru</i>	<i>m</i>	<i>520.877</i>		<i>204.211</i>
Ø75	m	146.309	0,3631	53.123
Ø90	m	123.874	0,3716	46.037
Ø110	m	108.367	0,3825	41.451
Ø125	m	23.017	0,3902	8.982
Ø140	m	27.383	0,3976	10.888
Ø160	m	15.443	0,4069	6.284
Ø180	m	14.073	0,4156	5.848
Ø200	m	9.255	0,4236	3.920
Ø225	m	13.157	0,4328	5.694
Ø250	m	3.354	0,4409	1.479
Ø280	m	3.186	0,4495	1.432
Ø300	m	104	0,4544	47
Ø315	m	4.695	0,4576	2.148
Ø355	m	1.900	0,4646	883
Ø400	m	6.000	0,5544	3.326
Ø450	m	19.093	0,6060	11.571
Ø500	m	1.667	0,6588	1.098
<i>Çelik Boru</i>	<i>m</i>	<i>92.062</i>		<i>44.243</i>
Ø80	m	7.833	0,3660	2.867
Ø100	m	5.799	0,3772	2.187
Ø150	m	9.519	0,4023	3.830
Ø200	m	22.904	0,4236	9.702
Ø250	m	4.736	0,4409	2.088
Ø300	m	8.084	0,4544	3.673
Ø350	m	9.254	0,4638	4.292
Ø400	m	1.551	0,5544	860
Ø500	m	22.382	0,6588	14.744
<i>Baca Elemanları</i>	<i>adet</i>	<i>37.301</i>		<i>4.517</i>
Parsel Bacası	adet	19.417	0,1000	1.942
Muayene Bacası	adet	17.884	0,1440	2.575
TOPLAM				507.134

Tablo 4.6'dan görüldüğü gibi sadece İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü dâhilinde halen yürütülmekte olan işlerde yataklama ve gömlekleme malzemesi olarak 500 bin m³ civarında 0-30 mm granülometrik kum-çakıl ihtiyacı çıkmaktadır. Ortalama proje süresini iki yıl olarak kabul edersek; Trabzon Bölge Müdürlüğü'nün hizmet verdiği altı ilin (Trabzon, Rize, Artvin, Bayburt, Gümüşhane ve Giresun) yıllık 250 bin m³ (625 bin ton) yataklama-gömlekleme malzemesi ihtiyacı ortaya çıkar.

Trabzon Bölge Müdürlüğü'nün hizmet verdiği illerin İYA üretme potansiyeli ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak ortaya çıkacak İYA'nın nüfus ile doğru orantılı olduğunu varsayarak saydığımız bu illerin üreteceği yıllık İYA miktarına tahmin edebiliriz. İstanbul 14 377 018 kişilik nüfusuyla [24] tahminen yıllık 2,44 milyon m³ [1] beton İYA üretecektir. Yukarıda saydığımız altı il, toplam 1 923 179 kişilik [24] nüfusları ile 326 bin ton beton İYA üretme potansiyeline sahip görünmektedir. Bir başka deyişle; Trabzon Bölgesinin yıllık yataklama-gömlekleme malzemesi ihtiyacının yarısı bölgede ortaya çıkacak olan beton İYA'ndan karşılanabilecektir.

4.1.2.2. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonlardan Elde Edilen Agregaların Hendek Dolgu Malzemesi olarak Kullanılması

İller Bankası tarafından yürütülen işlerde, kanalizasyon borularının gömlekleme üzeri dolgusu kazıdan çıkan malzemenin uygun olmadığı durumlarda stabilize malzeme ile yapılabilmektedir. Stabilize dolgu, İller Bankası Genel Müdürlüğü Birim Fiyat Tarifleri Kitabı'nda [22] yer alan 15.140/İB-1 poz tarifine göre ve TP.10/25-B no'lu tip projedeki kesitlere göre yapılmaktadır. Poz tarifinde stabilize malzeme ile dolgu; "... stabilize malzemenin, hendek veya temel kenarından alınarak hendek veya temel tabanı içine konması, kök, ot, kesek ve taşlardan temizlenmesi, 20cm'lik tabakalar halinde elle serilmesi, tokmaklanarak sıkıştırılması..." [22] şeklinde tarif edilmektedir.

Kanalizasyon inşaatında gömlekleme üzeri hendek dolgusu stabilize malzeme ile yapılmış iki örnek Resim 4.5 ve Resim 4.6'da gösterilmektedir. Stabilize malzeme doğal kaynaklardan elde edilmekle birlikte bazı bölgelerde, özellikle de şehir merkezlerindeki inşaatlarda temini güç olmaktadır.



Resim 4.5. Kanalizasyon inşaatında kullanılan stabilize malzeme



Resim 4.6. Kanalizasyon inşaatında kullanılan stabilize malzeme

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi ile Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa yürütülen “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında yapılan çalışmalarda İYA'nın karayolu projelerinde dolgu, alt temel ve plent miks tabakalarında belirli oranlarda kullanılabilceği sonucu ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlardan yola çıkarak, İller Bankası projelerinde kanal ve içmesuyu projelerinde boru üzeri hendek dolgularında kullanılan stabilize malzeme yerine İYA'dan elde edilen malzemelerin kullanılabilceği düşünölmektedir. Ayrıca İller Bankası tarafından yaptırılan içmesuyu arıtma tesisi, katı atık arıtma tesisi ve deniz deşarjı ön arıtma tesislerinde; İYA'dan elde edilen malzemeler tesis içi yol ve kaldırımların altında alt temel olarak değerlendirilebilir.

İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğünce yürütölmekte olan kanalizasyon ve içmesuyu inşaatlarında gömlekleme üzeri hendek dolgusunda kullanılan toplam stabilize malzemenin miktarı Tablo 4.7'de gösterilmektedir.

Tablo 4.7. İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğüne yürütülen işlerdeki stabilize malzeme miktarı

ALTYAPI ELEMANI	Birim	TOPLAM	BİRİM UZUNLUKTAKİ STABİLİZE MİKTARI (m ³ /m) *	TOPLAM STABİLİZE MİKTARI (m ³)
<i>Korige/Beton Boru</i>		<i>265.054</i>		<i>277.746</i>
Ø150	m	25.990	0,5600	14.554
Ø200	m	202.313	1,1200	226.591
Ø300	m	18.797	1,0400	19.549
Ø400	m	10.756	0,9600	10.326
Ø500	m	2.222	0,9900	2.200
Ø600	m	1.598	1,0000	1.598
Ø800	m	762	0,9600	732
Ø1000	m	2.616	0,8400	2.197
<i>HDPE Boru</i>		<i>271.958</i>		<i>103.873</i>
Ø75	m	70.725	0,3631	25.679
Ø90	m	61.443	0,3716	22.835
Ø110	m	83.046	0,3825	31.765
Ø125	m	12.961	0,3902	5.058
Ø140	m	10.909	0,3976	4.338
Ø160	m	10.912	0,4069	4.440
Ø180	m	5.309	0,4156	2.206
Ø200	m	1.370	0,4236	580
Ø225	m	8.742	0,4328	3.783
Ø250	m	950	0,4409	419
Ø280	m	1.988	0,4495	894
Ø315	m	664	0,4576	304
Ø355	m	1.478	0,4646	687
Ø450	m	1.461	0,6060	885
TOPLAM				381.619

* Hesaplar yapılırken, kanalizasyon boruları için akar derinliği 1.9m, içmesuyu borularında boru üstü derinliği 1m alınmıştır.

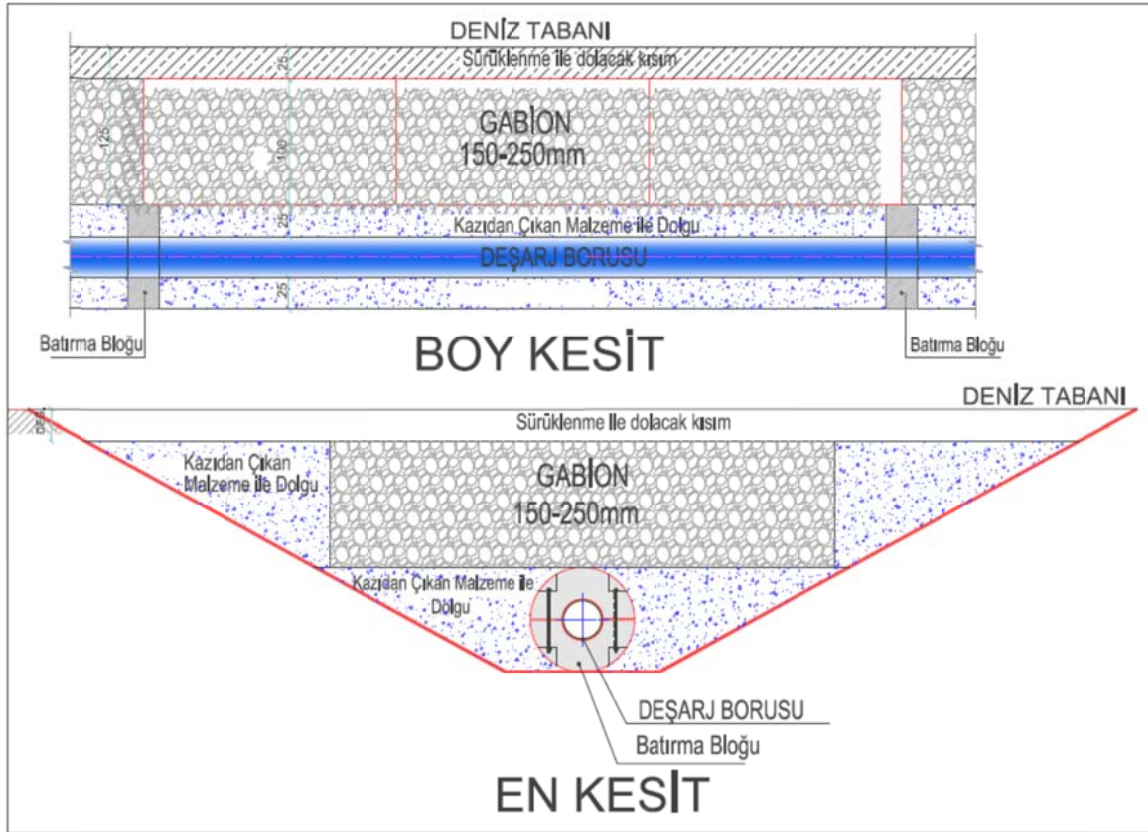
Tablo 4.7'den görüleceği gibi; İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü'nün yürütmekte olduğu işlerde gömlekleme üzeri hendek dolgusunda kullanılmak üzere 381 bin m³ stabilize malzeme ihtiyacı vardır. Bu ihtiyacın karşılanmasında doğal kaynaklar yerine İYA kullanılması teknik açıdan uygun görünmektedir. Doğal kaynaklardan elde

edilen stabilize malzeme yerine İYA kullanılması, atıkların yaratacağı çevre kirliliğini önleyecek ve kaynakların korunmasını sağlayacaktır.

4.1.2.3. İller Bankası Uygulamalarında Atık Betonlardan Elde Edilen Agregaların Gabion Malzemesi Olarak Kullanılması

İller Bankası'nın yürüttüğü derin deniz deşarjı projelerinde; deşarj hattının üzerine Şekil 4.4'teki kesitlerde görüldüğü gibi gabion sepetler yerleştirilmektedir. Gabion sepetler, deşarj boru hattının dalga tesiriyle stabilitesinin bozulmasına karşı ilave ağırlık sağlar. Gabionlar ayrıca deşarj hattını servis ömrü boyunca balıkçı trolleri ve gemi çapalarına karşı korur.

Gabion sepetleri, altıgen şekilli ve 8x10cm göz aralıklı, PVC ya da PE kaplamalı çelik tellerden oluşur. Bu sepetlerin içine Resim 4.7'de görüldüğü şekilde 150-250 mm doğal granüler malzeme ile doldurularak Resim 4.8'de görüldüğü gibi deniz altındaki borunun üzerine projesinde öngörüldüğü aralıklarla yerleştirilmektedir.



Şekil 4.4. Derin deniz deşarjı hendek en kesitleri



Resim 4.7. Derin deniz deşarjlarında kullanılan gabion örneği



Resim 4.8. Derin deniz deşarjlarında deniz altına yerleştirilen gabion örneği

Boru hattı üzerine yerleştirilen gabionların birincil amacı borunun üzerine ilave ağırlık sağlamaktır. Derin deniz deşarj projeleri yapılırken gabion hesapları yerleştirilen gabionun boru üzerine yeterli ağırlık sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmektedir. Tablo 4.8’de [1] görüldüğü gibi iri beton atıkları ile doğal kırma taşın özgül ağırlıkları birbirine oldukça yakındır. Dolayısıyla, İYA’dan elde edilecek uygun büyüklükteki beton atıklarının gabion dolgusu olarak derin deniz deşarjı inşaatlarında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.8. İri beton atığı ve doğal kırma taşın fiziksel özellikleri [1]

Fiziki Özellikler	İri Beton Atığı (12-22mm)	Doğal Kırmataş (12-22mm)
Sıkı Birim Ağırlık (kg/m ³)	1350	1547
Gevşek Birim Ağırlık (kg/m ³)	1229	1352
Görünen Özgül Ağırlık (kg/m ³)	2700	2750
Su Emme (%)	7,9	0,8
Çok İnce Malzeme Muhtevası (%)	1,2	0,55
Yassılık İndeksi (%)	7,1	9
Los Angeles Aşınma (%)	38,5	21,9

Trabzon Bölge Müdürlüğünce yürütülen Beşikdüzü (TRABZON) Derin Deniz Deşarjı İnşaatı bünyesinde yerleştirilecek olan gabionlarda kullanılacak olan çakıl miktarı Tablo 4.9’da verilmektedir.

Tablo 4.9. Beşikdüzü (TRABZON) Derin Deniz Deşarjı Projesindeki gabion miktarı

GABİON ÖLÇÜLERİ (m)			GABİON HACMİ (m ³)	PROJEDEKİ GABİON SAYISI (ADET)	TOPLAM ÇAKIL MİKTARI (m ³) *
4	2	1,0	8,00	300	1920
4	2	0,5	4,00	250	800
4	2	0,3	2,40	21	40,32

* Toplam çakıl miktarı hesaplanırken gabion sepetlerinde %20 boşluk oranı kabul edilmiştir.

Tablo 4.9'deki hesaplamalara göre 1100m uzunluğundaki derin deniz deşarj hattında yaklaşık 2750 m³ gabion çakılına ihtiyaç vardır. Betonarme karkas bir binada 0,38m³/m² oranında beton (bkz. Tablo 3.7) olduğu düşünülürse; 1100 m uzunluğundaki bir deniz deşarjı inşaatının, her bir katı 100 m² olan 4 katlı 18 binadan çıkacak beton atıklarını gabion dolgu taşı olarak eritebilme potansiyeline sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Gabionları doldurmak için kullanılan malzeme derelerden çıkartılmaktadır. Akarsu ve dere yataklarından malzeme çıkartılması ile ilgili yasal kısıtlamalar bu malzemenin teminini zorlaştırmaktadır. Bu sebeple gabionlarda doğal kaynaklardan elde edilen malzeme yerine İYA kullanılması, doğal malzeme teminindeki zorlukların önüne geçecek ve kaynakların korunmasına yardımcı olacaktır.

5. SONUÇ

Son yıllarda sanayileşme ve şehirleşmenin giderek artması sonucu çevre sorunları bütün ülkelerin en önemli problemleri haline gelmiştir. Gelişmiş ülkelerin bir kısmı atıklarla ilgili sorunlarını büyük oranda çözmüştür. Ancak Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde modern ülke normlarında işleyen bir atık yönetim sisteminin olduğunu söylemek oldukça zordur.

İnşaat yıkım atıkları, hacim ve kütleli olarak oldukça büyük olduğundan yönetimleri oldukça zordur. Buna rağmen gelişmiş ülkelerde İYA geri kazanımları %90'ların üzerine çıkabilmektedir. Ülkemizde son yıllarda başlayan kentsel dönüşüm atağının bir sonucu olarak ortaya çıkacak olan İYA miktarı da düşünüldüğünde; İYA oluşumunu engelleyecek veya en aza indirecek, geri kazanım odaklı entegre bir "İYA Atık Yönetim Sistemi" geliştirilmesi için çalışmalara hız verilmesi gerektiği açıktır.

İYA oluşumunun engellenmesi veya geri kazanımı nispetinde;

- İşe yaramaz atık olarak düşünülen malzemeler ekonomiye girdi olarak kazandırılacak,
- Ülkemizin zaten kıt olan doğal kaynakları korunacak ve bu kaynaklar sonraki nesillere aktarılabilir,
- Doğal kaynakların çıkartılıp işlenmesine bağlı çevre sorunları azalacak,
- Doğal kaynakların çıkartılıp işlenmesinde kullanılan enerji kaynaklarından tasarruf yapılacaktır,
- İYA'nın depolanması için gereken deponi arazi ihtiyacı azalacak,
- İYA'nın depolanması ve bertarafına bağlı olarak ortaya çıkan çevre sorunları azalacak,
- Sonradan ortaya çıkabilecek çevre sorunları daha en başından azaltıldığı için bunlar için harcanacak kaynaklar tasarruf edilmiş olacaktır,
- Ve bütün bunlar neticesinde ülke ekonomisine katkıda bulunacaktır.

Şu ana kadar dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalar neticesinde İYA'nın geri kazanılmasından elde edilen malzemelerin inşaat sektöründe özellikle de altyapı projelerinde tekrar kullanılmasının mümkün olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma esnasında, TÜBİTAK MAM ile Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından ortaklaşa yürütülen “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında İstanbul’daki İYA’lar kullanılarak yapılan deney sonuçlarından yola çıkarak İller Bankası’nın yürüttüğü altyapı projelerindeki İYA ikame potansiyeli değerlendirilmiştir.

Bu çalışma çerçevesinde yapılan hesaplamalara göre İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü’nün hizmet ettiği şehirlerin üreteceği İYA’nın tamamının bu bölgede yapılan altyapı inşaatlarında eritilebileceği ortaya çıkmıştır. Ancak yukarıda bahsedilen deneysel çalışmalarda İstanbul ilindeki İYA kullanılmıştır. Farklı bölgelerdeki İYA’ların özellikleri birbirinden farklı olacaktır. Bu farklılık üretilen betonun özelliklerini etkileyecektir. Bu sebeple özellikle beton üretiminde ikame edilecek İYA’ların karakteristik özelliklerinin belirlenmesi üretilen betonlarda istenilen sonuçların yakalanması açısından önemlidir. Ayrıca, uygulamada istenilen başarı elde edilebilmesi için farklı gruptaki İYA’ların birbirine karışmasının önüne geçilmesi gerekmektedir. Farklı gruptaki İYA’ların birbirine karışmasının önlenmesi amacıyla gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de seçici yıkım tekniklerinin zorunlu tutulması gerekmektedir.

İYA’nın geri kazanılması konusunda çalışmaların ilerleyen yıllarda daha da yaygınlaşacağı beklenmektedir. İller Bankası olarak söz konusu çalışmaların gerisinde kalmamak, ülkemizin kaynaklarının korunması ve atıklar nedeniyle oluşan çevre kirliliğinin engellenmesi adına, diğer kamu kurumlarına da öncülük edecek şekilde yürüttüğümüz projelerde İYA’dan geri kazanılmış malzemelerin kullanılmasına olanak sağlamak amacıyla İller Bankası şartnamelerinde gerekli güncellemelerin yapılması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

1. *İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi*. Ankara : MAM, 2015.
2. T.C. Sayıştay Başkanlığı. 2007. *Türkiye'de Atık Yönetimi, Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Performans Denetimi Raporu*. Ankara: T.C. Sayıştay Başkanlığı.
3. Kotan, Suna. *Yıkım İşlemleri ve Hafriyat Toprağı ile İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği Taslağı*. Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü
4. *Atık Yönetimi Eylem Planı (2008-2012)*. Ankara : Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetim Genel Müdürlüğü, Mayıs 2008.
5. Ölmez, E., Yıldız, Ş., (02-06Kasım 2008). *İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli*. Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları '08 Sempozyumu'nda sunuldu. İstanbul.
6. T.C. Remi Gazete. 2008. *Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik*.
7. Arslan, Hakan, Coşgun, Nilay ve Salgın, Burcu (2012). *Construction and Demolition Waste Management in Turkey*. Luis Fernando Marmolejo Rebellon (editör). *Waste Management - An Integrated Vision*. s.l. : InTech.
8. İSTAC A.Ş. *İnşaat-Yıkıntı Atıklarının ve Hafriyat Yönetimi Planlarının Hazırlanması İş Raporu*, MNE Çevre, 2012, İstanbul.
9. İnternet: Denize inmeye hazır mısınız? *Habertürk*. URL: <http://www.haberturk.com/ekonomi/is-yasam/haber/1042940-turkiyede-de-denize-dolgu-yapilarak-hizmet-sokulmus-bir-havaalani-olacak>, Son Erişim Tarihi:30.04.2015 .
10. İnternet: Cennet Kirleniyor mu? *Visittrabzon.com*. URL: <http://www.visittrabzon.com/Detay.aspx?id=3329> , Son Erişim Tarihi: 20.08.2015.

11. *Seçici Yıkım Planı Usul ve Esasları.*

12. İnternet: *Makina-Market. Yıkıntı atıkları için “dönüşüm” projesi* URL: <http://makina-market.com.tr/icerik/8688/yikinti-atiklari-icin-donusum-projesi> , Son Erişim Tarihi: 30.06.2015.

13. Önal, M.T. (2009). *Yapısal Atıkları Azaltma Yönünde Türkiye Koşullarına Uygun Yapı Yıkım Yönetim Sisteminin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Gebze.

14. İnternet: *Hafriyat Toprağı, İnşaat Ve Yıkıntı Atıkları Dökenlere Ceza Geliyor.* URL: <http://www.marashabermerkezi.com/haber/4928-hafriyat-topragi-inaaat-ve-yikinti-atiklari-dokenlere-ceza-geliyor> , Son Erişim Tarihi: 17.08.2015.

15. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *“Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği”*, R.G. Tarih / Sayı:18.03.2004 / 25406.

16. *İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Kullanım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi Fizibilite Raporu.* Ankara : MAM, 2015.

17. Türkiye Hazır Beton Birliği (2015). *2013-2014 Hazır Beton İstatistikleri.*

18. İnternet: *Hazır Beton Sektöründe Agregâ Temini: İstanbul Örneği.* URL: <http://www.betonvecimento.com/sektorel/hazir-beton-agrega> , Son Erişim Tarihi: 03.09.2015.

19. Demir, İ. (2009), *İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi.* Afyon : Afyon Kocatepe Üniversitesi

20. *İller Bankası Genel Müdürlüğü Beton/Betonarme Boru ve Bağlantıları Özel Şartnamesi* (2009). Ankara

21. İnternet: *İnşaat atıkları dönüştürülecek.* URL: <https://www.emlakwebtv.com/images/original/insaat-atiklari-donusturulecek-635401599621326769.jpg> , Son Erişim Tarihi 01.09.2015.

22. *İller Bankası Genel Müdürlüğü Birim Fiyat Tarifleri Kitabı*. (1995). İller Bankası Genel Müdürlüğü Vakıf Matbaası, Ankara

23. TP.10/25-B:Kanalizasyon Borularının Yataklama Tip Kesitleri. (2004). İller Bankası Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara

24. İnternet: TÜİK. URL: http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1590 ,
Son Erişim Tarihi 08.09.2015.

25. *Beşikdüzü (TRABZON) Derin Deniz Deşarjı Proje Raporu*. (2011). Piramit Müh. Müş. Ltd. Şti., Ankara

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler :**

Soyadı Adı : AKTAŞ Zeki
Medeni Hali : Bekâr
Telefon : 0536 515 48 11
e-mail : zekiaktas@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Avrasya Üniversitesi / Sosyal Bilimler Fakültesi / İşletme	2014
Lisans	ODTÜ / Mühendislik Fakültesi / İnşaat Mühendisliği	2004
Lise	Trabzon Kanuni Anadolu Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-Halen	İller Bankası Trabzon Bölge Müdürlüğü	Teknik Uzman Yrd.
2008-2012	Enka İnşaat ve Sanayii A.Ş.	İnşaat Mühendisi
2004-2008	Kalemci Yapı A.Ş.	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil : İngilizce



İLBANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ