

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM
UYGULAMALARINDA HAFRİYAT TOPRAĞI, İNŞAAT
VE YIKINTI ATIKLARINDAN MEYDANA GELEN
TEHLİKESİZ ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ VE
UYGULAMA ALANLARI**

**Tezi Hazırlayan
Ahmet Çağtay AKIN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2018
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM
UYGULAMALARINDA HAFRİYAT TOPRAĞI, İNŞAAT
VE YIKINTI ATIKLARINDAN MEYDANA GELEN
TEHLİKESİZ ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ VE
UYGULAMA ALANLARI**

**Tezi Hazırlayan
Ahmet Çağtay AKIN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2018
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA danışmanlığında Ahmet Çağtay AKIN tarafından hazırlanan "Türkiye'de Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarından Meydana Gelen Tehlikesiz Atıkların Geri Dönüşümü ve Uygulama Alanları" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

10.09/2018

JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Melayib BİLGİN

Üye : Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA

Üye : Dr. Öğr. Ü. Sevgi GÜNEŞ DURAK

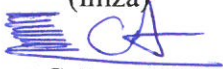
ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun...12.09.2018...tarih ve 37-309... sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

(Ahmet Çağtay AKIN)

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini bizlerle paylaőan, büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenin fazlasını sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen saygıdeğer danıőman hocam; **Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA**'ya konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren kıymetli **İnő. Müh. Ahmet BALAMAUR**'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez döneminde yardımlarıyla her zaman yanımda olan, bütün zorluklarda yardımını esirgemeyen sevgili Eőim ve bugünlere gelmemizde her zaman bizi destekleyen hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan Aileme teőekkürü borç bilirim.

**TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM UYGULAMALARINDA HAFRİYAT
TOPRAĞI, İNŞAAT VE YIKINTI ATIKLARINDAN MEYDANA GELEN
TEHLİKESİZ ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ VE UYGULAMA ALANLARI**

(Yüksek Lisans Tezi)

AHMET ÇAĞTAY AKIN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EYLÜL 2018

ÖZET

Bu çalışmada Devlet Demir Yollarının Yenice tren hattına yapılan Trafik Tesisler binasında oluşan hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarından ortaya çıkacak tehlikesiz atıkların geri kazanım ve depolanma yöntemleri konu alınmıştır. Trafik Tesisler binasında oluşacak tehlikesiz atıkların çevreye katkısı ile atık miktarının gelir sağlaması tespit edilmiştir. Trafik tesisler binasında yıkıntı atıkları oluşmadan önce sağlıklı bir geri kazanım ve bertaraf sistemi sağlamak için metalin, plastiğın, camın, betonun vb. tehlikesiz atıkların fiziksel işlemlerle kaynağında ayırarak “seçici yıkım” yapılması gerekmektedir. Trafik tesisler binasının oturum alanı 360 m² ve bina inşaat alanı 1080 m²'dir. Trafik tesisler binasından 410,4 m³ betonarme betonu, 23,76 ton betonarme demiri, 162 m³ tuğla duvar, 51,84 m³ iç sıva, 42,12 m³ dış sıva, 19,44 m³ tavan sıvası, 48,6 m³ şap, 3,24 m³ fayans-seramik, 12,96 m³ PVC pencere, 453,6 m³ çatı kiremiti ve 108 m² cam atık oluşmaktadır. Trafik tesisler binası yıkıldıktan sonra ortaya çıkacak tehlikesiz atıkların geri dönüşümünü gerçekleştirmek enerji ve çevre kirliliğı açısından büyük kazanç sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Kentsel Dönüşüm, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları, Tehlikesiz Atıklar, Geri Dönüşüm

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA

Sayfa Adedi: 47

**IN THE PROCESS OF URBAN REGENERATION, EXCAVATION SOIL,
RECYCLING OF NON-HAZARDOUS WASTES FROM CONSTRUCTION
AND DEMOLITION WASTES AND APPLICATION AREAS IN TURKEY**

(Master Thesis)

AHMET AĞTAY AKIN

**NEVSEHIR HACI BEKTAS VELI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

SEPTEMBER 2018

ABSTRACT

In this study, methods of recovery and storage of non-hazardous wastes which will arise from excavation land, construction and demolition wastes formed in the Traffic Facility built on Yenice train line of State Railways are taken into consideration. Non-hazardous wastes to be generated at the Traffic Facility building is determined by the amount of waste that can be recovered and the contribution to waste are income. In order to provide a healthy recycling and disposal system before the wreckage of the traffic facilities, metal, plastics, glass, concrete, etc. it is necessary to make "selective demolition" by separating the non-hazardous wastes by physical processes. The area of the traffic facilities building is 360 m² and the building construction area is 1080 m². 410.4 m³ reinforced concrete, 36.72 t concrete reinforced concrete, 162 m³ brick wall, 51.84 m³ inner plaster, 42.12 m³ exterior plaster, 19.44 m³ ceiling plaster, 48.6 m³ alum, 3,24 m³ faience-ceramics, 12,96 m³ PVC window, 453,6 m³ roof tile and 108 m² glass waste. The recycling of non-hazardous wastes that will emerge after the destruction of the traffic facility building will bring great benefits in terms of energy and enviromental pollution.

Key Words: Urban Regeneration, Excavation Saoil, Construction and Demolition Wastes, Non-Hazardous Wastes, Recycling

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan ŐAHINKAYA

Numbers of Pages: 47

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLoların LİSTESİ.....	viii
RESİMLER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xi
BÖLÜM I	
GİRİŞ	1
1.1. Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde Atığın Taşınması, Depolanması ve Geri Kazanımı.....	2
1.2. İnşaat Sahalarında Ortaya Çıkan Atıkların Yönetimi	6
1.3. İnşaat ve Yıkıntı Atıklarından Meydana Gelen Tehlikesiz Atıkların Geri Dönüşümü ve Uygulama Alanları.....	9
1.3.1. Plastik malzemelerin geri dönüşümü	9
1.3.2. Beton malzemelerin geri dönüşümü.....	10
1.3.3. Fayans-seramik malzemelerin geri dönüşümü.....	11
1.3.4. Tuğla malzemelerin geri dönüşümü.....	11
1.3.5. Demir malzemelerin geri dönüşümü	12
1.3.6. Cam malzemelerin geri dönüşümü.....	12
BÖLÜM II	
KAYNAK ARAŞTIRMALARI	14

BÖLÜM III	
MATERYAL VE METOD.....	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metod	34
BÖLÜM IV	
BULGULAR VE TARTIŞMA	38
4.1. Trafik Tesisler Binası Tehlikesiz Katı Atık Miktarının Hesabı	38
4.2. Geri Dönüşüme Gönderilen Atık Miktarının Fayda Analizi.....	39
BÖLÜM V	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	47

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1.	Hafriyat toprağı ve inşaat yıkıntı atıkları.....	3
Tablo 1.2.	İnşaat atığı iş akım şeması	6
Tablo 2.1.	AB Ülkelerinde Üretilen İnşaat ve Yıkıntı Atığı Miktarları.....	18
Tablo 3.1. a)	Metrajlar arasında pratik kabuller.....	20
Tablo 3.1. b)	Yapı birim alanına isabet eden yaklaşık metraj birim ölçüleri	23
Tablo 3.2.	Trafik tesisler binası için genel kabullere göre metrajlar	34
Tablo 4.1.	İstanbul Çevre Koruma Ve Kontrol Daire Başkalığı Çevre Koruma Müdürlüğü 2018 yılı uygulanacak birim fiyat tablosu	42

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.1.	Taş kırma makinası.....	8
Resim 3.1.	Trafik tesisler binası mimari proje ön görünüşü.....	22
Resim 3.2.	Trafik tesisler binası mimari proje ön görünüşü.....	23
Resim 3.3.	Trafik tesisler binası mimari proje sağ yan ve sol yan görünüşü	24
Resim 3.4.	Trafik tesisler binası mimari proje bodrum kat görünüşü	25
Resim 3.5.	Trafik tesisler binası mimari proje zemin kat görünüşü	26
Resim 3.6.	Trafik tesisler binası mimari proje birinci kat görünüşü	27
Resim 3.7.	Trafik tesisler binası statik proje üst radye temel kalıp planı ve detayları görünüşü.....	28
Resim 3.8.	Trafik tesisler binası statik proje bodrum ile zemin kotlar arası kolon aplikasyon planı	29
Resim 3.9.	Trafik tesisler binası statik proje zemin kat kotu kalıp ve donatı planı	30
Resim 3.10.	Trafik tesisler binası statik proje zemin ve birinci kat kotlar arası kolon aplikasyon planı	31
Resim 3.11.	Trafik tesisler binası statik proje zemin kat kalıp ve donatı plan görünüşü.....	32
Resim 3.12.	Trafik tesisler binası statik proje birinci kat kalıp ve donatı planı	33
Resim 3.13.	İnşaat ve yıkıntı atıklarından demirin ayrışması.....	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Atık yönetimi hiyerarşisi	7
------------	---------------------------------	---

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

TL	Türk Lirası
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
KG	Kilogram
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devleti
yy.	Yüzyıl
PVC	Polivinil klorür

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Doğal kaynakların zamanla tükenmesiyle kentsel dönüşüm prosesinde hafriyat ve inşaat/yıkıntı atıklarının çevreye zarar vermeden biriktirilmesi, toplanması, taşınması, depolanması ve geri kazanılması her geçen gün önemini daha çok arttırmaktadır. Türkiye’de, kentsel dönüşüm uygulamalarını ekonomik canlılığını yitiren sanayi alanların dönüşümü, doğal afet yaşanan yerlerin dönüşümü, afet riski olan alanların dönüşümü ve gecekondü alanlarının iyileştirilmesi gibi uygulamalar olarak sıralayabiliriz. Teknolojik ilerlemelerle yaşanan şehirleşme ve popülasyon artışı ile birlikte oluşan atıklar, zararlı ve zararsız yapıları sebebiyle insan ve doğa sağlığını tehdit eder boyutlara ilerlemiştir. Türkiye’de giderek büyüyen inşaat ve yıkıntı atıkları büyük bir problem oluşturduğu için inşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanım prosesleri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Nüfus artışına bağlı olarak tüketim problemlerinin ve ham madde ihtiyacının tüketim maliyeti geri dönüşümü yaygın bir şekilde kullanma yollarını araştırmaya yönlendirmiştir. İnşaat ve yıkıntı atıklarının türlerine göre gelişen geri kazanım prosesleri beton, demir, tuğla, fayans-seramik, mermer, ahşap, cam, plastik malzemeler, alüminyum atıklarını tekrardan kullanımına imkân sağlamaktadır.

Ülkemizde nüfus çoğalmasına paralel olarak ömrünü tamamlayan yapılar kentsel dönüşüm süreçlerine girmekte ve inşaat yapı oranları artarak devam etmektedir. Kentsel dönüşüm ve yapıların yıkılarak ortaya çıkan atıkları geri kazanımı ekonomik bir değer haline getirmiştir. Kentsel dönüşüm sadece mekânsal bir dönüşüm değil aynı zamanda sosyo-mekansal değişimlerinde habercisidir. Bu sebeptendir ki başarılı bir kentsel dönüşüm projesi o yörenin halkının katılımıyla beraber mümkündür

Ülkemizde nüfus artışına paralel olarak inşaat sayısı fazlaşmış ve geri dönüşüm ekonomik olarak önemli bir değer haline gelmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan “Atık Yönetimi Yönetmeliği” ve 2004 yılında yayınlanan “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” ile geri dönüşüm takip edilebilir hale getirilir. Geri kazanım ile ekonomiye katkı ve yeni iş ilanları sağlanır. Geri dönüşüm ile geleceğe yatırım yapılarak atık miktarı azalır. Geri kazanım ile kaynaklarımızın korunması sağlanır. Tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve dünya nüfusunun artması ile kaynaklarımız azalmaktadır. Bu nedenle geri kazanım tabii

varlıklarımızın korunması ve verimli kullanılması önemli bir işlemdir. Örneğin; 1 ton atık kağıt geri kazanıldığında; 17 ağaç kesilmekten kurtarılır, %50 daha az enerji harcanır, %35 daha az hava kirliliğine sebep olunur ve %35 daha az para harcanır. Ülkemizde 150 bin ton atık plastik geri kazanım yöntemiyle tekrardan kullanılmaktadır. Plastiklerin geri dönüşümünden elde edilen bazı malzemeler; çeşitli plastik oyuncaklar, plastik dolgu malzemeleri, pis su borusu, sera örtüsü vb. malzemelerdir. Bu örnekler geri kazanımın önemini her geçen gün daha çok arttırmaktadır.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımı sağlanarak tüketim hızı değişmemekte hatta artmaktadır. Buna bağlı olarak her geçen gün inşaat sayıları artmaya devam etmektedir. Bu sebeple enerji verimini fazlaştırarak yaşadığımız alanlarda daha etkili kullanmamız gerekmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıklarını küçülmeyebiliriz fakat enerji verimliliğini fazlaştırarak aynı iş için daha az enerji, karbondioksit ve ham madde kullanım miktarı sağlanır.

Çalışmanın amacı inşaat ve yıkıntı atıklarının “seçici yıkım” yapılarak kaynağında ayrılmasını ve tehlikesiz atıkların, geri kazanım metodu ile mekanizmaları ortaya koyarak ve ülkemizde geri dönüşümden elde edilen gelirin ekonomiye kazandırılmasını sağlayacaktır.

1.1 Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde Atığın Taşınması, Depolanması ve Geri Kazanımı

Hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıklarının çevreyi etkilemeyecek şekilde ilk olarak kaynakta azaltılma, toplanma, geçici biriktirilme, taşınma, geri kazanılma, değerlendirilme ve bertaraf edilmesi ile ilgili teknik ve idari hususlar ile uyulması gereken genel kuralların amacını “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğı” düzenlemektedir. Kaynakları ve bileşenleri Tablo 1.1.’de verilen insani faaliyetler ve tabii afetler sonrasında meydana gelen inşaat ve yıkıntı atıkları ile hafriyat toprağının, üretildikleri yerlerde ayrı toplanma, geçici biriktirilme, taşınma, geri kazanılma, değerlendirilme ve bertaraf edilme işlemlerine ilişkin esasları kapsamaktadır [1].

Tablo 1.1. Hafriyat toprağı ve inşaat yıkıntı atıkları [1]

Hafriyat toprağı	Yol yıkıntı atıkları	Yıkıntı atıkları	Karışık yıkıntı atıkları
<p>Kaynakları</p> <ul style="list-style-type: none"> Hafriyat faaliyetleri 	<p>Kaynakları</p> <ul style="list-style-type: none"> Karayolu, demiryolu ve havaalanı pistlerinin tamirâtı, tadilatı, yapımı ve yıkımı ve yıkımı faaliyetleri 	<p>Kaynakları</p> <ul style="list-style-type: none"> Konut, okul, hastane ve endüstriyel tesisler gibi yapıların yıkım faaliyetleri 	<p>Kaynakları</p> <ul style="list-style-type: none"> Binaların seçici olmayan yıkımı, tamirâtı, tadilatı, güçlendirmesi, bakımı, geliştirilmesi faaliyetlerindeki yıkımlar
<p>Bileşenleri</p> <ul style="list-style-type: none"> Bitkisel toprak Toprak Kum Çakıl Taş Kil 	<p>Bileşenleri</p> <ul style="list-style-type: none"> Beton Kırılmış asfalt Yol kaplama malzemeleri Kaldırım taşı Kum Çakıl Demiryolu traversleri ve balastı 	<p>Bileşenleri</p> <ul style="list-style-type: none"> Demir içeren ve içermeyen beton Çatı konstrüksiyonu ve örtü malzemesi (ahşap, kiremit yalıtım malzemesi) Duvar örgü malzemeleri (tuğla, briket, taş) Sıva Alçı Diğer malzemeler 	<p>Bileşenleri</p> <ul style="list-style-type: none"> Beton Duvar malzemeleri (tuğla, briket, taş) Sıva Kum Çakıl Ahşap Plastikler Seramikler Metaller Kağıt ve karton

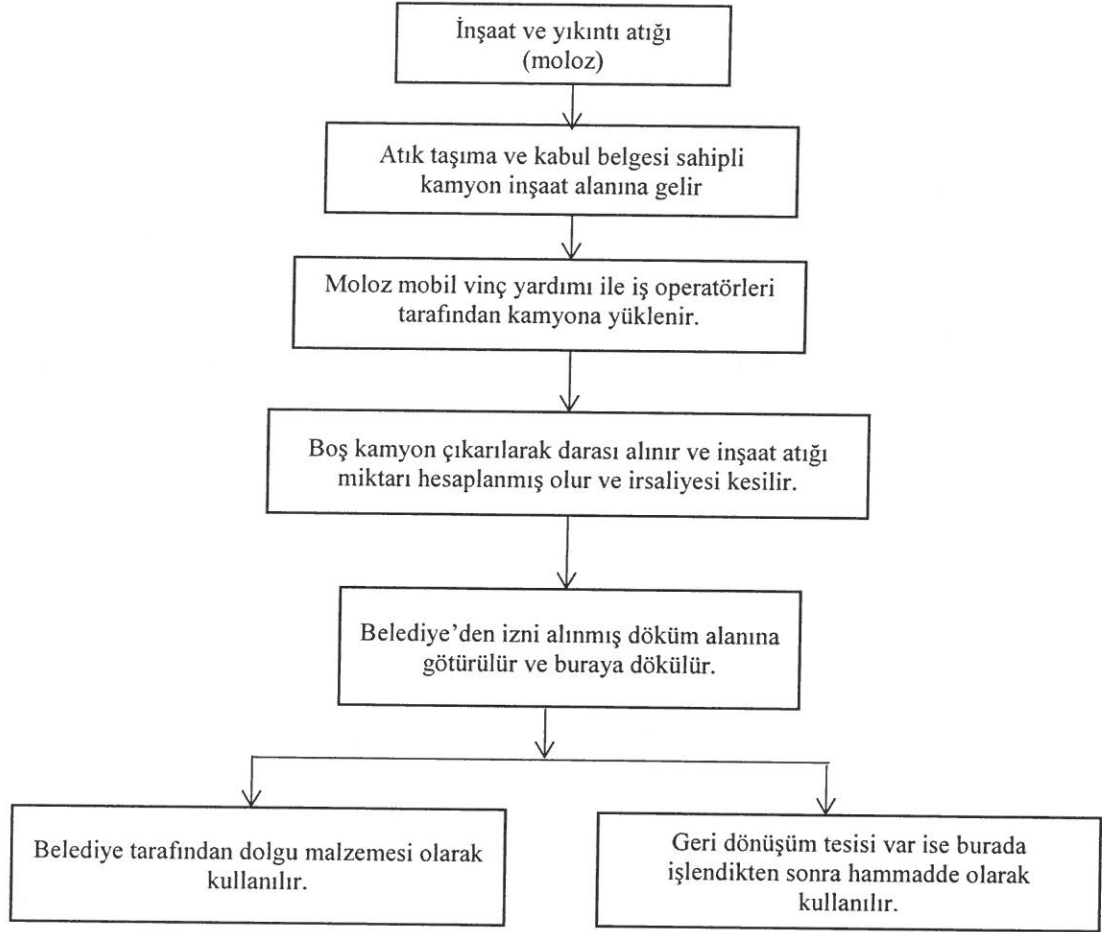
Hafriyat toprağı, inşaata başlamadan önce arazinin hazırlanması aşamasında kazı gibi işlemler neticesinde meydana gelen topraktır. Bitkisel toprak; organik ve inorganik maddenin su ve hava sağlayan kısmıdır. Yıkıntı atıkları, konut, köprü, yol ve benzer alt ve st yapıların revize edilmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıklardır. İnşaat atıkları; konut, köprü, yol ve benzeri alt ve st yapıların yapım aşamasında ortaya çıkan atıklardır. İnşaat işlemleri başlamadan önce bitkisel toprak ve hafriyat atıkları kaynağında türlerine göre ayrı ayrı toplanarak geri dönüşümü sağlanmalıdır. Hafriyat sırasında bitkisel toprak alt topraktan ayrı olarak toplanmalıdır. Bitkisel toprağın kalitesinin korunması gerekmektedir. Bitkisel toprağı uzun bir zaman açıkta kalacak ise yüzeyine çabuk gelişen bitki örtülmesi gerekmektedir. Bitkisel toprak; park ve bahçe yapım aşamasında kullanılmaktadır. Hafriyat toprağı ise dolgu, rekreasyon, ve katı atık depolama alanında günlük örtü olarak kullanılmaktadır. Hafriyat atıkları oluştukları zaman iyi bir atık yönetimi ile müdahale edilmesi gerekmektedir [1].

Yıkıntı atıkları oluşmadan önce sağlıklı bir geri kazanım ve bertaraf sistemi sağlamak için metalin, plastiğin, camın, betonun vb. atıkların fiziksel işlemlerle kaynağında ayırarak “seçici yıkım” yapılması gerekmektedir. Yıkıntı atıkları üreticileri, atıkları oluştukları zaman atıkların bertarafı için gerekli harcamaları karşılamakla, atık yönetimini sağlamakla, atıkların oluşumundan depolanmasına kadar gerekli izinleri almakla, faaliyetleri sırasında oluşacak atıkları yerinde atık yönetimi uygulayarak atıkları bileşenlerine göre ayrı bir şekilde toplamakla, geri kazanmak, biriktirmek ve atığın içinde zararlı, tehlikeli ve yabancı madde bulundurmamakla yükümlüdür. Hafriyat toprağı üretenler ve faaliyetler sonunda iki tondan fazla atık meydana getirecek inşaat veya yıkıntı atığı üreticileri, mücavir alan sınırları içinde belediyeye, büyükşehir belediyesi olan yerlerde ilgili ile belediyesine, mücavir alan sınırları dışında mahalın en büyük mülki amirine müracaat ederek “Atık Taşıma ve Kabul Belgesi” alması gerekmektedir. Atık taşıma ve kabul belgesi, atığı üreten firma, atığı taşıyan firma ve atığı depolayan firma olarak üç bölümden oluşur. Atık taşıma ve kabul belgesinin bir rneği düzenleyen kurumda, bir rneği atık üreticisinde, bir rneği atığı taşıyan firmada ve bir rneği de atığı depolayan firmada olacak şekilde 4 örnek nüsha olarak düzenlenir. Atık reticisi yıkıntı atığı oluşmadan önce yıkım işleri için gerekli izinleri alır. Yıkım için alınan izinlerde oluşacak atık miktarını belirtir. Yıkım işlemleri yapılacak binanın veya yapının tekrar kullanılabilir malzemeleri ilk olarak ayrıştırılması gerekmektedir. Ayrıştırılma işlemleri

yapılırken tehlikeli ve tehlikesiz atıkların ayrı bir şekilde toplanması esas alınır. Yıkım işlemleri olurken oluşacak toz emisyonları ve gürültü kirliliği için ilgili yönetmelikler esas alınır. Atık üreticisi yıkıma başlamadan önce izin almış veya yetkilendirilmiş firmalara başvurarak faaliyetin olduğu yere konteyner yerleştirilmesini temin eder. Konteynerler gelmeden yıkım işlemleri başlatılmaz. Geçici biriktirilen konteynerler sarı renkli olacak ve üzerlerine içlerine atılacak ve atılmayacak atık türleri yazılarak evsel, zararlı ve tehlikeli atıkların atılması engellenecektir. Sarı konteynerlerin içine tehlikeli atık atılması durumunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2015 yılında yayımladığı “Atık Yönetimi Yönetmeliği” kapsamında değerlendirme yapılması gerekmektedir. Sarı konteynerler doldurulduktan sonra bu atıkları toplamak ve taşımak amacıyla izin almış veya yetkilendirilmiş firmalar tarafından geri kazanım veya depolama tesislerine taşınmaktadır [1].

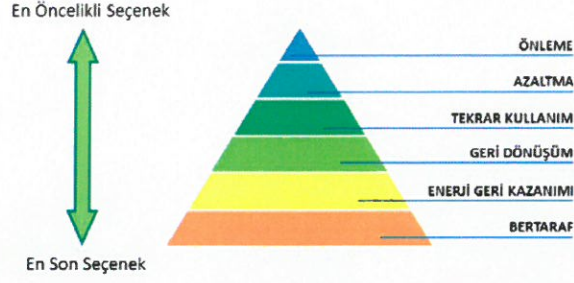
İnşaat ve yıkıntı atıklarını taşıyan araçların damperi sarı renkli olacak ve araç damperlerinin yan tarafında “İnşaat/Yıkıntı Atığı Taşıma Aracı” ibaresi yer alacaktır. Bu araçlar atıkları taşırken trafiği aksatmayacak, çevreyi kirletmeyecek, araçların üzeri uygun malzemeye kapatılacak, fazla yükleme yapmayacak ve tekerlekleri kirli ise yıkanmadan yola çıkmayacaktır. Geri kazanım tesislerine getirilen yıkıntı atıkları buralarda depolanacak ve geri kazanım sahaları su kaynaklarına ve yerleşim birimlerine uzak olacaktır. Geri kazanım tesisleri yer altı suyunu kirletmeyecek şekilde beton yaptırılacak ve tesisin çalışması sırasında gürültü ve emisyon azaltıcı tedbirler alınacaktır. Geri kazanım tesislerine getirilen atıklar kesinlikle tesise kabul edilmeden önce kontrol edilecek ve tehlikeli, zararlı, sıvı ve katı atık kabul edilmeyecektir. Geri kazanım ürünleri, ilgili standartları sağladıktan sonra orijinal ürünlerle beraber veya ayrı olarak alt ve üst yapı inşaatlarında dolgu ve rekreasyon çalışmalarında, beton üretiminde, yol, kaldırım, yürüyüş yolları, drenaj çalışmaları, kanalizasyon borusu ve kablo döşemelerinde öncelikli olarak kullanılır [1].

Tablo 1.2. İnşaat atığı iş akım şeması [1]



1.2. İnşaat Sahalarında Ortaya Çıkan Atıkların Yönetimi

Atık yönetim sistemi, atıkların oluşumu ile birlikte atıkların biriktirilme, toplanma, taşınma, işleme ve depolanma aşamalarından oluşmaktadır. Atık yönetim sistemi, içinde bulunduğu şehrin siyasal, ekonomik, sosyo-kültürel ve çevresel özelliklerinden etkilenmekte ve bu faktörleri etkileyebilmektedir. Yönetim sisteminin devamlılığı şehrin veya ülkenin sistemiyle bütünleşmesine bağlıdır. Atık problemine geliştirilen çözümler şehrin veya ülkenin özelliklerine ne kadar uygun olursa o kadar başarılı yönetim gerçekleştirilmektedir [3].



Şekil 1.1. Atık yönetimi hiyerarşisi [3]

Önleme ve azaltma

Önleme ve azaltma hammadde ve malzeme üretim hiyerarşisinde başlamakta ve atık yönetiminin temelini oluşturmaktadır. Yapısal atıklarda da geri kazanım ve yeniden kullanım potansiyelinin en yüksek olduğu aşamanın tasarım aşaması olduğu kabul edilmektedir. Tasarım aşamasında bir yapının doğal kaynakların israfına neden olacak detaylardan arındırılması, yapı malzemelerinin nitelik ve niceliklerinin yanı sıra, bu malzemelerin bir araya geliş biçimlerinin kararlaştırılması kullanım sonrası aşama da düşünülerek malzeme seçilmesi yapısal atıkları önlemenin ilk evresinde uygulanması gereken adımlardır. Yapısal atıkların yönetiminde ilk aşama olan atık önleme iki noktada değerlendirilmektedir. Bunlar; malzeme seçimi ve tasarım anlayışıdır. Malzeme seçimi; yapılarda kullanılacak malzemeler, malzemelerin ekolojik etkileri ve yapıların kullanım sonrası aşamaları da düşünülerek seçilmelidir. Tasarım anlayışı; yapılar inşaa edilirken doğru tasarımın seçilmesi binaların ekonomik ömrünü tamamladıkları zaman sökülmesi esnasında, yapısal atıkları önlemede önemli bir etkidir [3].

Tekrar kullanım

Atıklar işlem görmeden aynı şekliyle ekonomik ömrünü tamamlanıncaya kadar defalarca kullanılmalıdır. İnşaat yıkımından sonra oluşan yapısal atıkların bir miktarı tekrardan kullanılabilir. İnşaatların yapımı sırasında kullanılan iskele parçaları gibi malzemeler, kapı, pencere, dolap, kiremit, banyo aksesuarları vb. birçok malzeme başka bir inşaatta tekrardan kullanılabilir [3].

Geri dönüşüm

Atıklar kimyasal veya fiziksel işlemlere tabi tutulduktan sonra ikincil hammadde olarak üretim sürecine girdirilmesidir. İnşaat ve yıkıntı atıklarından dolayı oluşabilecek çevre kirliliğinin önüne geçebilmek için planlanması gereken en sağlıklı yöntem, daha faaliyet başlamadan önce, faaliyet sonucu oluşabilecek atık türleri, miktarları ve çevreye olabilecek etkileri hesaplayarak, oluşan atığın geri kazanımı, bertarafı ve tekrar kullanımına kadar geri dönüşümlü bir sistem stratejisi geliştirmektir. Yapısal atıkların büyük bir miktarı geri kazanılabilmektedir. Geri dönüştürülen inşaat veya yıkıntı atıkları tekrar kullanılarak ekonomik bir anlam kazanmaktadır [3].



Resim 1.1. Taş kırma makinası

Enerji geri kazanımı

Atıklar oluştuğlarında kaynağında azaltılmalı, tekrar kullanılmalı ve geri dönüştürülmelidir. Bu şekilde yeni kaynakların (madenlerin, ağaçların) kullanımını azaltılarak yeni bir hammadde oluşturmak için harcanan enerjinin önüne geçeriz. İnşaat sahalarında oluşan atıkların lisanslı tesislerde değerlendirilmesi sonucu enerji geri kazanımı sağlanabilmektedir. Verimli atıklardan enerji üretim tesislerinde geri kazanım işlemi gerçekleştirilerek, fosil yakıttan kaçınmayı sağlayarak karbon salınımını azaltmaya yarayan enerji elde edilir [3].

Bertaraf

Atık yönetiminde son unsur olan atıkların bertaraf edilmesi ve geri kazanılması mümkün olmayan atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden ortadan kaldırılmasıdır.

Atıkların bertarafında birçok yöntem ve teknoloji kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemler atıkların cinsi, hacmi gibi özelliklerine göre seçilmelidir. Atığın özelliği iyice araştırıldıktan sonra bertaraf yöntemleri kullanılmalıdır. Aksi halde ülke ekonomisine maddi zararlar verdikleri gibi çevreyi de olumsuz yönde etkileyebilirler [3].

1.3 İnşaat ve Yıkıntı Atıklarından Meydana Gelen Tehlikesiz Atıkların Geri Dönüşümü ve Uygulama Alanları

İnşaat ve yıkıntı atıklarından meydana gelen tehlikesiz atıkların geri dönüşümü atıkların, kimyasal veya fiziksel işlemde geçerek ikincil hammaddeye dönüştürüldükten sonra hammadde olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Ülkemizde ve dünyada doğal kaynaklarımızın sonsuz olmadığı ve bir gün kaynaklarımızın tükeneceği düşünülmelidir. Atıklar geri dönüştürülerek ortaya çıkabilecek hammadde ve enerji ihtiyaçları ile mücadele edebilmek adına önemli adımlar atılmış olacaktır. Geri dönüşümde amaç israfın önüne geçilerek kaynakların gereksiz kullanılmasını önlemek ve atıkların kaynağında ayrıştırılarak çevre kirliliğinin önüne geçebilmek olarak düşünülebilmektedir. İyi bir geri dönüşüm atıkların kaynağında ayırma ile toplanmasıdır. Geri dönüşümün önemi; kaynaklarımızın korunması sağlanır, enerji tasarrufu sağlamamıza yardım eder, geleceğimize ve ekonomimize yardımcı olur. İnşaat ve yıkıntı atıklarından geri dönüşebilen maddeleri; plastik malzemeler, beton, fayans-seramik, tuğla, demir, cam v.b. malzemeler olarak tanımlayabiliriz.

1.3.1 Plastik malzemelerin geri dönüşümü

Plastik malzeme; karbonun, hidrojenin, azotun, oksijenin, organik ya da inorganik elementler ile oluşturdukları monomerlerin bağları kopararak, uzun yapılı polimerlere dönüştürülerek üretilen malzemedir. Polimerler, sıcaklık ve basıncın etkisiyle belli katalizörler kullanılarak reaktör içerisinde reaksiyona girerek elde edilir. Bu işlemler sonucunda elde edilen polimerler reçine, granüle ve toz halindedir. Polimerler plastiklere dönüştürülmeden önce reçine granüller veya tozları yumuşatmak için ısıtılır daha sonra yumuşamış ürün kalıplara dökülerek en son ürün soğutulur ve şekillenmiş ürün elde edilir. Ülkemizin birçok yerinde teknolojik sistemle çalışan atık plastikleri değerlendiren fabrika grupları oluşturulmuştur. Granül olarak isimlendirilen atık plastiklerin gün geçtikçe kullanımı yaygınlaşmıştır. Plastik atıkların geri dönüşüm işlemleri günümüzde büyük önem kazanmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıklarından ayrıştırılan plastikler;

hammadde ihtiyacının azalması, nüfus ile artan tüketimin doğal dengeyi bozmasının engellenmesi, çevreyi kirletmelerinin önlenmesi ve plastik atıkların toprakta çözünmeleri zordur. Plastik atıklar bünyesinde barındırdığı kimyasal ile doğaya tehlike arz etmektedir. Bu yüzden plastiği yeniden üretmek yerine atığın kullanımı ile enerjiden tasarruf elde etmiş oluruz. Plastik atıkların geri dönüşümünü arttırmak için bazı önlemler alınabilir. Plastik atıkların inşaat malzemelerinde katkı maddesi olarak kullanımının araştırılması, plastik yükünün hafiflemesini sağlayacak başlıca önlemlerdir [11].

Plastik inşaat sektöründe en çok kullanılan malzemelerden biridir. Plastik malzemeler inşaatlarda kullanılan seri parçalarda maliyetlerinin düşük oluşundan, enerji tasarrufu sağlamalarından ve yüksek yalıtım kapasiteleri nedeni ile inşaat sektöründe tercih edilmektedir. İnşaat sektöründe çok sık kullanılan plastikler, poliklorit vinil, PVC, polietilen, poliüretan ve polisiterindir. Kapı, tesisat armatürleri, plastik duvar elemanları, plastik duvar plakaları, plastik çatı kaplamaları, su deposu, doğramalar, fişler, pencere ve boru gibi tüketim sonrası plastik atıklarına ilişkin fiziksel geri dönüşüm işlemleri, plastik atıklarının diğer plastik atıklardan ayrılması ile başlar. Plastik malzemelerin çoğunluğunu kablo ve ambalaj atıkları oluşturmaktadır. Bu atıklar, plastik atıklardan geri dönüştürüldüğü için, ticari değeri az olan hammadde elde edilmektedir. Plastik malzemeler gruplandırılıp küçük parçalara bölündükten sonra artık maddelerden uzaklaştırılması için yıkanıp daha sonra kurutulurlar. Atık plastikler tek başlarına eritileceği gibi daha kaliteli bir mamul elde etme amaçlı daha önce geri dönüştürülmemiş orijinal bir ürünle karıştırılıp eritilerek daha kaliteli bir ürün elde edilebilmektedir. Ülkemizde 150.000.000 kg atık plastik geri kazanım yöntemiyle tekrardan kullanılmaktadır. Plastiğin geri dönüşümünden elde edilen bazı malzemeler; çeşitli plastik oyuncaklar, yağmur suyu ve atık su boruları, plastik dolgu malzemeleri, araba yedek parça yapımında pis su borusu, sera örtüsü vb.'dir. Bu örnekler geri kazanımın önemini her geçen gün daha çok arttırmaktadır [11].

1.3.2. Beton malzemelerin geri dönüşümü

Türkiye'de yerleşim alanlarının artması kaynakların az olması ve bu kaynakların şehirlerden uzakta olması, malzemelerin taşınma fiyatlarının artması bizleri beton malzemeleri tekrar kullanmamıza itmektedir. Başka bir neden ise, yıkılan binaların moloz yığınlarının %75'ini beton oluşturmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıkların kullanılmadan

atılması çevre sorunlarına neden olmaktadır. Betonun %55-%80'ini agrega oluşturmaktadır. Agregaya karşı alternatif bir çözüm bulunamazsa beton endüstrisi her geçen yıl doğal agrega tüketecektir. Bu nedenden dolayı hammaddenin azalması, artan taşıma ücretleri ve doğanın her geçen gün moloz yığınlarından dolayı zarara uğraması agregaları kullanmayı zorunlu duruma getirmiştir.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının içinde yer alan atık betonlar makinalarda parçalandıktan sonra mıknatıslar aracılığı ile demir gibi maddelerden arındırılarak beton agregası, yolların alt yapı malzemelerinde, parke taşlarında kullanılabilir. İnşaatlarda kullanılan malzemelerin başında beton malzemesi gelmektedir. Kullanım ömrü dolan binaların yıkılması ile elde edilen betonlar yollarda dolgu malzemesi veya beton agregaları olarak kullanılmaktadır. Geri dönüşüme katılmayacak olan malzemeler III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın 17 01 01 atık kodu ve “Beton” atık adı ile karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları kapsamında inert atık tesislerine kabul edilebilir [2].

1.3.3 Fayans-seramik malzemelerin geri dönüşümü

Atıkların alternatif kullanım alanlarının bulunması Türkiye’de ve tüm dünyada gittikçe önem kazanmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıklarından elde edilen fayans-seramik, beton malzemeler beraber karışık olarak makinalarda parçalandıktan sonra mıknatıslar aracılığı ile demir gibi maddelerden arındırılarak beton agregası, yolların alt yapı malzemelerinde, parke taşlarında ve peyzaj elemanlarının yapımında kullanılabilir. Demirinden ve başka maddelerden ayıklanmış fayans-seramik, beton malzemeleri ideal bir geri dönüşüm malzemesi olarak kullanılır. Geri dönüşüme katılmayacak olan malzemeler III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın 17 01 03 atık kodu ve “Kiremitler ve Seramikler” atık adı ile karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları kapsamında inert atık tesislerine kabul edilebilir [2].

1.3.4 Tuğla malzemelerin geri dönüşümü

Tuğla üretiminde kullanılan killer, doğada bulunup ve çıkarıldıktan sonra tuğla üretim fabrikalarında iş ve işlemlerden geçirilerek üretimi gerçekleştirir. Tuğlalar binalar yapılırken ayrı bir şekilde kullanılırken bina yıkımı sırasında yıkıntı atıkları ile beraber işlem görür. Tuğlalar yıkım işlemlerinden sonra; altyapı çalışmalarında dolgu ve stabilizasyon malzemesi olarak, yeni tuğla yapımında, drenaj malzemelerinde, hazır

dökülmüş beton ve harç malzemesi olarak, kırmızı “ezilmiş tuğla” tozu tenis kortları döşemelerinde kullanılabilir. Geri dönüşüme katılmayacak olan malzemeler III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın 17 01 02 atık kodu ve “Tuğlalar” atık adı ile karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları kapsamında inert atık tesislerine kabul edilebilir [2].

1.3.5 Demir malzemelerin geri dönüşümü

Demir atıklar inşaatlardan kaynaklanan atıklar içerisinde geri dönüştürülebilen en değerli atıklardan biridir. İnşaat demirinden kaynaklı atıklar çeşitlilik göstermektedir. İnşaat atıklarından metal atıklar beton atıklarından sonra miktar olarak en çok kullanılan ve çıkan atıklardan biridir. İnşaatlarda kullanılan metal maddelerin başında hasır demirleri gelmektedir. Çelik hasırlar özellikle saha betonlarında, perdelerde, döşemelerde ve beton yollarda kullanılmaktadır. İnşaatlardan çıkan demir atıklarını hammadde olarak doğrudan eriterek tekrar yeni bir metal oluşturmak mümkündür. Malzeme içindeki metali uzaklaştırmak için elektromıknatıslar kullanılır. Makineler olmadan insan gücüne dayalı betonların içinden kırarak çıkartılan metal atıkları ekonomik ve uygulanabilir olmamakla beraber çalışanın sağlığını ve güvenliğini tehlikeye atmaktadır.

1.3.6 Cam malzemelerin geri dönüşümü

Cam inşaat sektöründe rengi biçimi ile alternatifleri farklı amaçlarla kullanılan bir malzemedir. Camın kırılğan bir yapısının olması çevresel sorunların nasıl giderileceği konusunu gündeme getirmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıklarından oluşan atık camlar biyolojik olarak parçalanamadıklarından depolama yerlerinde ciddi alan kaplamaktadır. Çevresel sorunları en iyi şekilde kontrol etmenin yöntemlerinden birisi de atık camların geri dönüştürülerek yeniden kullanımıdır. Camların geri dönüşümleri sağlanarak depolama yapacağımız yerlerin küçülmesi ve doğal kaynaklarımızın korunması sağlanmaktadır. Günlük yaşamda en çok kullanılan sağlık açısından en önemli ürünlerden biridir. Cam, sonsuz bir döngü içinde geri dönüştürülebilir ve cam malzeme plastik ve kağıda kıyasla birçok kez dönüştürülür.

Cam üretimi sırasında doğal kaynakların tüketilmesinin yanında üretim gerçekleşirken havaya saldığı gazlarda hava kirliliğine sebep olmaktadır. Atık camlar tekrar kullanıldığı zaman hava kirliliği %20 oranında azalmaktadır. Cam atıklarının geri kazanım yararları;

cam atıkları geri dönüşümlü olarak kullanılarak, fiziksel veya kimyasal işlemlerden geçirilerek yenilenebilir bir madde ve enerji elde etmek amacıyla kullanılmalıdır. Ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan “Atık Yönetimi Yönetmeliği” ve 2017 yılında yayınlanan “Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” camın geri dönüşümünü yasal zorunluluk haline getirmiştir.

Ülke nüfusunun hızla artmasıyla birlikte kaynaklarımız gün geçtikçe azalmaktadır. Bu sebepten dolayı geri dönüşüm doğal kaynaklarımızın korunması açısından önemini her geçen gün arttırmaktadır. Atık camlardan geri dönüşümlü olarak cam üretildiği zaman %25 daha az miktarda enerji kullanılmaktadır. Dünya çapında atık camlar, son zamanlarda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Bu kullanım alanlarından birisi, beton ve tuğla parçalarının atık camlarla karıştırılması ile bina panelleri üretimidir. Cam dolgulu bina panelleri üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, bu yapıların diğerlerine göre darbelere daha dayanıklı olduğu ve düşük su adsorpsiyonuna sahip olduğu belirlenmiştir [10].

BÖLÜM 2

KAYNAK ARAŞTIRMALARI

21. yy.'in önemli çevre problemlerinden biri inşaat sektöründe meydana gelen inşaat ve yıkıntı atıklarıdır. İnşaat süreçleri sonunda uzaklaştırılan ve yeniden kullanılabilen inşaat yapı ürünleri tekrardan kullanılabilirliği gibi tekrardan kullanım için uygun değilse, geri kazanım metotlarıyla diğer malzemelerin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri kullanıldıkları yapıya ekolojik değer katmanın yanında ekonomik fayda sağlayarak çevresel ve yapısal işlevselliği devam ettirebilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency) tahminlerine göre, binaların yıkım işlemlerinden sonra meydana gelen atıklar ABD'de yıllık üretilen atıkların %25-%30'unu oluşturur. Avrupa'da yapısal atık miktarının 180 milyon ton/yıl civarında olduğu bilinmektedir. Geri dönüşüm yüzdelerinin üye ülkelere göre %5 ila %98 arasında değiştiği bilinmektedir. Avrupa Komisyonu 2011 yılı yapısal atık yönetimi raporuna göre bu konuda Hollanda (%98) ve Danimarka (%94) en başarılı ülkeler arasında gelmektedir. Bu ülkeler kendi içlerinde yönetmeliklerini daha fazla geliştirdiklerinden inşaat atıklarından yüksek miktarda tekrardan kullanım elde etmektedirler. Hollanda ve Danimarkayı; Estonya (%92), Almanya (%86), İrlanda (%80) ve İngiltere (%75) oranları ile takip etmektedir. Yüzdeler Avusturya, Belçika ve Litvanya'da %60-70 arasında, Fransa, Letonya, Lüksemburg ve Slovenya'da %40-60 arasında değişiklik göstermektedir [13].

Türkiye'de AB'ye üyelik kapsamı doğrultusunda çevre ile ilgili yasa ve yönetmeliklere gidilmiştir. Yasa ve yönetmelikler yeni olduğundan dolayı yapı malzemelerinin tekrardan kullanımına ait çalışmalar çok fazla yeterli değildir. Ülkemizde, en geçerli geri kazanım yöntemi "sahada ayıklama" yöntemidir. Yapısal atıkları depolama ve taşıma alanı ücretleri, depolama alanlarına atılmaları, geri kazanımının maliyetine göre çok daha yüksektir. Ülkemizde yılda yaklaşık olarak 125 milyon ton hafriyat atığı bertaraf edilebilmektedir. Kentsel dönüşüm faaliyetleriyle birlikte inşaat atıklarında ciddi miktarda artışlar başlamıştır. Birçoğu tekrar kullanılabilir malzemeler inşaat sektörünün çevresel etkilerini minimize edebilir [13].

Türkiye’de, kentsel dönüşüm tanımını afet riski olan, doğal afet yaşanan alanların, kent merkezlerinin, ekonomik canlılığını yitiren iş veya sanayi alanlarını ve gecekondu alanlarının dönüşümü gibi uygulamalar olarak sıralayabiliriz. Teknolojik ilerlemelerle yaşanan şehirleşme ve popülasyon artışı ile birlikte oluşan atıklar miktar ve zararları nedeniyle doğaya ve insana zarar vermektedir. Ülkemizde bir problem olarak giderek büyüyen inşaat ve yıkıntı atıkları için birçok çalışma yapılmaktadır. Günümüzde tekrar kullanma ve geri dönüşüm kavramları üzerinde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Nüfus popülasyon artışının sonucunda tüketim problemleri, ham madde ve enerji kullanımının maliyetleri gibi problemler tekrar kullanımı ve geri dönüşümü yaygın ve etkili kullanma yollarını araştırmaya yönlendirmiştir. Günümüzde gelişen geri kazanım prosesleri inşaat ve yıkıntı atıklarının türlerine göre işlemlerden geçerek tekrardan kullanımına imkân sağlamaktadır. Beton, demir, tuğla, fayans-seramik, mermer, ahşap, cam, plastik malzemeler, alüminyum atıklar ayrılıp her biri farklı proses ve işlem görmesi tekrar kullanımı mümkün kılmaktadır.

Ülkemizde nüfus artışına paralel olarak inşaat sayısı fazlalaşmış ve geri dönüşüm ekonomik olarak önemli bir değer haline gelmiştir. Bu sebepten dolayı geri dönüşüm doğal kaynaklarımızın korunması açısından önemini her geçen gün arttırmaktadır. Örneğin; Atık camlardan geri dönüşümlü olarak cam üretildiği zaman %25 daha az miktarda enerji kullanılmaktadır. Dünya çapında atık camlar, son zamanlarda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Bu kullanım alanlarından birisi, beton ve tuğla parçalarının atık camlarla karıştırılması ile bina panelleri üretimidir. Cam dolgulu bina panelleri üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, bu yapıların diğerlerine göre darbelere daha dayanıklı olduğu ve düşük su adsorpsiyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Yapısal atıklarda da geri kazanım ve yeniden kullanım potansiyelinin en yüksek olduğu aşamanın tasarım aşaması olduğu kabul edilmektedir. Tasarım aşamasında bir yapının doğal kaynakların israfına neden olacak detaylardan arındırılması, yapı malzemelerinin nitelik ve niceliklerinin yanı sıra, bu malzemelerin bir araya geliş biçimlerinin kararlaştırılması kullanım sonrası aşama da düşünülerek malzeme seçilmesi yapısal atıkları önlemenin ilk evresinde uygulanması gereken adımlardır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği ve 2004 yılında yayınlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ile geri dönüşüm takip edilebilir hale gelmiştir. Geri kazanım ile ekonomiye katkı ve yeni iş alanları sağlanır. Geri dönüşüm ile geleceğe yatırım yapılarak atık miktarı azalır. Geri kazanım ile kaynaklarımızın korunması sağlanır. Tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve dünya nüfusunun artması ile kaynaklarımız azalmaktadır. Bu nedenle geri kazanım tabii varlıklarımızın korunması ve verimli kullanılması önemli bir işlemdir.

İnşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımını sağlansa da tüketim hızı değişmemekte hatta artmaktadır. Buna bağlı olarak her geçen gün inşaat sayıları artmaya devam etmektedir. Bundan dolayı İnşaat ve yıkıntı atıklarının oluşumunun engellenmesi mümkün değildir. İnsan var olduğu sürece inşaat ve yıkıntı atıkları da var olacaktır. İşte bu yüzden enerji verimliliğini arttırmak ve yaşam alanlarımızda daha etkili kullanmamız gerekmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıkların miktarını azaltamayabiliriz fakat enerji verimliliğini arttırarak aynı iş için enerji, karbondioksit ve ham madde kullanımı daha az miktarlara indirilir.

Ülkemizde inşaat sektörü ve kentsel dönüşüm artışları, 2014 verilerine göre hazır beton üretimi son on yılda 4 kat artarak yaklaşık olarak 107 milyon m³'e ulaşmıştır. Beton bileşim oranının yüzdeler olarak 65 ila 75'nin agregası olduğu düşünüldüğünde, geri kazanılmış ürünlerin önemi artmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atıklarının yıkımı sonrasında tekrardan kullanılabilirlik oranına sahip atıkların başında beton atıklar oluşturmaktadır. Alüminyum atıkların tamamı geri dönüştürülebilir malzeme olduğu halde dünya genelinde %15'i geri kazanılabilmektedir. Dünyada üretilen alçı panellerin büyük bir kısmı Avrupa, ABD ve Japonya'da üretilmektedir. Dünyada üretim, yapım ve yıkım aşamalarında oluşan atık alçı paneller 15 milyon ton civarında olup, hafriyat alanlarına gönderildiği ifade edilmektedir. Atık alçı levhalar, yeni levhalar üretileceği zaman hammadde olarak kullanılabilir [13].

Kentsel dönüşüm işlemlerinde meydana gelen inşaat ve yıkıntı atıkları; birçok yapıyı ilgilendiren ve milyar dolarlık bir ekonomik büyüklük olarak görülen kentsel yenilemede süreç hızla ilerlemektedir. Kentsel dönüşüm süreci ilerlerken çok fazla meydana gelmeyen önemli konulardan biri kentsel yenileme alanındaki binaların yıkımıdır. Altı katlı bir binanın yıkım maliyetinin yirmi bin lirayı bulacağı sektörde en önemli sorun

yıkım sonrasında çıkan moloz atıkların döküleceği yerlerin yetersiz olmasıdır. “Sıfır atık” sloganıyla yola çıkan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, çevreye zarar vermeden atıkların tekrar ekonomiye katkı sağlamasını hedeflemektedir. “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Başkanlığı” tarafından; Türkiye’de yıllık 45 milyon ton inşaat veya yıkıntı atığı miktarının Kentsel Dönüşüm Kanunu ile birlikte ilk 3 yıl boyunca yıllık 10 milyon ton, geri kazanılacak malzeme miktarının da yıllık 6 milyon ton olacağı hesaplanmıştır. Ancak, bugün ayrıştırılarak ve yeniden işlenerek ekonomiye kazandırılması mümkün olan inşaat atıkları çöp alanlarına atılmaya devam edilmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, moloz atıklarını lisanslı depolara bırakmayıp gelişi güzel alanlara atan yıkım firmalarına kapatma, yüklü para cezası, geçici süreyle faaliyetlerinin durdurulması ve ihale yasağı gibi birçok yasak uygulamak için çalışmalar yapmaktadır. Bu konuda mevzuat çalışması yapan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı denetimlerini de arttıracaktır [4].

Ekonomik güçlüklerle karşı karşıya gelen ve gelişmekte olan ülkelerin hammaddelerinden uzun vadede ve azami bir şekilde faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri ve ekonomik değeri olan maddeleri geri kazanma ve tekrar kullanma yöntemlerini araştırmalıdır. Ülkemizde nüfus artışına paralel olarak atık miktarı artmış, geri kazanımı ekonomik bir değer haline getirmiştir. Kullanılan atıkların hammaddeye dönüştürülmesi malzeme üretiminde endüstriyel işlem sayısını azaltmak suretiyle enerji tasarrufu sağlar [7].

İnşaat veya yıkıntı atıkların bileşenlerine bakıldığında, ülkelerin kullandıkları malzemelere bağlı olarak kompozisyonun farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Örneğin Hong Kong’da yapılan inşaat ve yıkıntı atıklarının karakterizasyon çalışmasında %20’lik kısmını beton, %34’lük kısmını betonarme, %7’lik kısmını briket, %7,5 kısmını tahta, %4 kısmını metal ve geri kalanların diğer malzemelerden olduğu tespit edilmiştir. Kanada’nın Ottawa eyaletinde yapılan karakterizasyon çalışmasında %9 beton, %26 tahta, %9 metal, %3 biriket, %14 kağıt, %10 kontraplakt, %17 asfalt döşeme ve kaplama malzemesi, %12 diğer malzemeler olduğu tespit edilmiştir [9].

Teknolojik gelişmelerin hızı ve değişen yaşam standartlarının kentsel dönüşüme etkisi olmaktadır. Yükselen konutlar, restore edilen konutlar ciddi atık miktarını beraberinde getirmektedir. Avrupa Birliği’nin Atık Çerçeve Direktifi kapsamında ise 2020 yılına

kadar inşaat atıklarının %70'inin tekrardan kazandırılması hedeflenmektedir. Türkiye'de yıllık 125 milyon hafriyat toprağı yeniden kazanım çalışmaları kapsamında değerlendirilmektedir. Küresel dalgalanmalar son yıllarda, inşaat sektörünün GSMH içindeki payının yaklaşık olarak %30 seviyesinde olduğu görülmektedir. Mevcut durumda inşaat ve yıkıntı atıkları miktarının 4-5 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir [10]

Tablo 2.1. AB Ülkelerinde Üretilen İnşaat ve Yıkıntı Atığı Miktarları [15]

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

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Kentsel dönüşüm işlemleri başladıktan sonra ortaya çıkan atıkların sınıflandırılması ve ayrıştırılması mümkündür. Geri dönüşümü mümkün olan atıkları kaynağında ayırarak atık hacminin azaltılması sağlanmış olur. Geri dönüşümü, geri kazanımı mümkün olan atıkların moloz yığınlarının arasından toplanması gerekmektedir. Geri dönüşüme götürülemeyen, kaynağında alüminyum, metali, camı ve plastiği ayrıştırılmış olan inşaat ve yıkıntı atıkları Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2010 yılında yayınladığı “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” kapsamında III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın kabul edilecek atıklar listesinde belirtilen atık kodlarına göre depolanabilmektedir. Atıklar yönetmeliğin dördüncü maddesinde yer alan inert atık tanımına uyanlar teste tabi tutulmadan inert atık tesislerine kabul edilirler. Bu atıkların kaynağının yerinde ne kadar ayrıştırılacağını bilmemiz ve ayrıştırma işleminin kolaylığı için seçilen yapının bazı donanımsal özelliklerinin olması gerekmektedir.

Çalışma için seçilen Trafik Tesisler binası Yenice tren istasyonunda bulunan alanda yer almaktadır. Çalışmanın yapılacağı yapı bodrum, zemin ve birinci kattan oluşan betonarme bir binadır. Binanın oturum alanı 360 m² ve bina inşaat alanı 1080 m²'dir. Yıkımı yapılacak bina ile elimizde projeler yok ise genel kabullerle metrajlar yapılmaktadır. Betonarme binanın taşıyıcı sistemi betonarme kolon ve kirişlerden oluşur. Genellikle bina yaşına bağlı olarak 30 yaşından büyük binalarda mütemadi (sürekli) temel, daha genç yapılarda Radye temel bulunur. Trafik tesisler binasının temeli radyedir. Radye temel, yapının zemine boydan boya betonarme temelin oluşturulması ve yükün zemine düzgün bir şekilde dağılmasını sağlayan işleme denilmektedir. Radye temel, deprem sırasında yapıyla hareket ederek yapıda hasar oluşumunu büyük ölçüde engeller. Minimum radye kalınlığı 2-3 katlı yapılar için 40 cm kalınlıkta olur. Daha yüksek yapılar için her kat için 10 cm kalınlıkta olduğu kabulü yapılır. Örnek olarak 6 katlı bir bina için radye temel kalınlığı 60 cm olarak alınabilir. Binanın taban oturum alanı ölçülür. Binanın oturum alanı ile kat adedinin çarpımı ile toplam inşaat alanı bulunur. Toplam inşaat alanı ile aşağıdaki miktarlar çarpılarak binanın yıkımından çıkacak miktarlar tespit edilir.

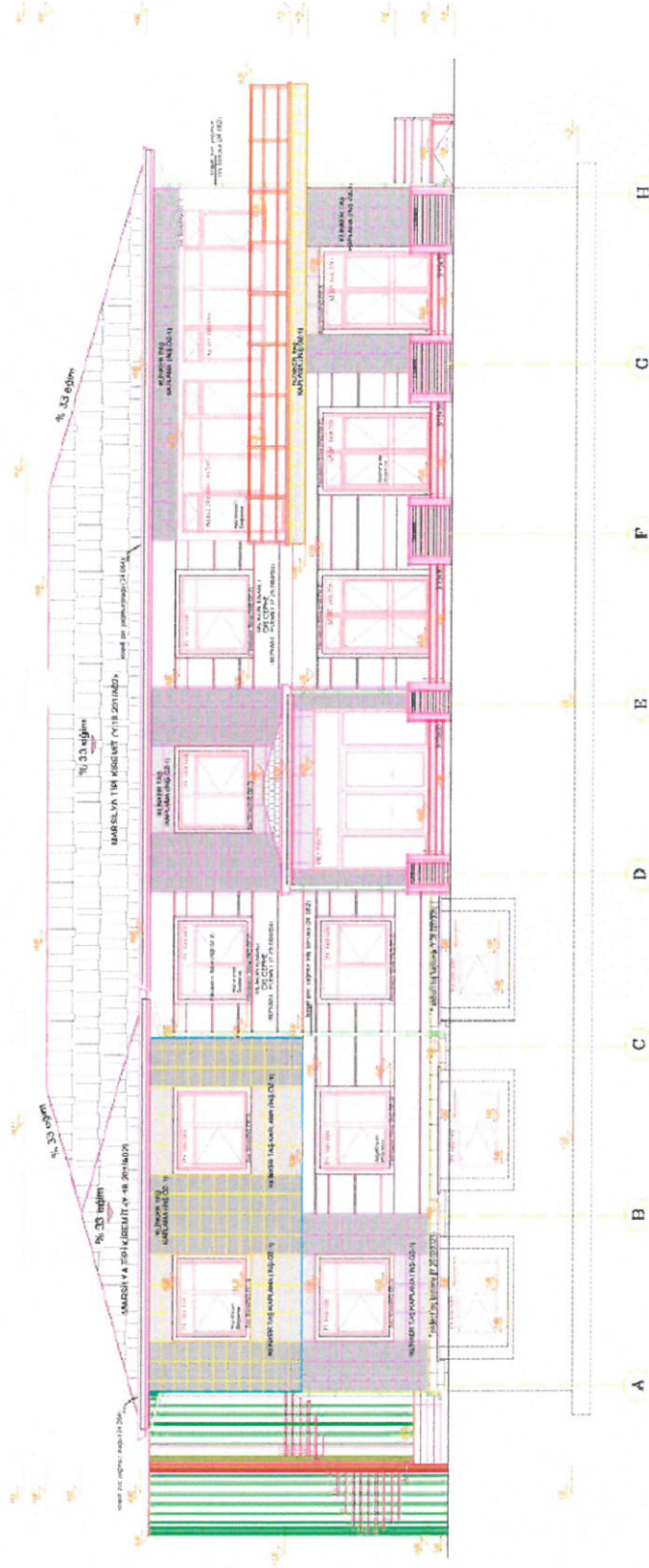
Tablo 3.1. a) Metrajlar arasında pratik kabuller [14]

Tesviye tabakası alanı	=	Döşeme kaplaması alanı
Blokaj alanı	=	Gro beton alanı
Kiremit alanı	=	Ahşap çatı alanı
Tavan sıvası	=	Tavan kireç badana
Badana alanı	=	İç sıva alanı
Pencere doğrama alanı	=	%75-%80 Cam alanı
Kapı kanat alanı	=	%25 buzlu Cam alanı
1 m ³ Beton	=	7-8 m ² Kalıp
Demirli beton hacmi	=	70-90 Kg demir
Tüm demirin	=	%40-%45 İnce demir
Tüm demirin	=	%55-%60 Kalın demir

Tablo 3.1. b) Yapı birim alanına isabet eden yaklaşık metraj birim ölçüleri [14]

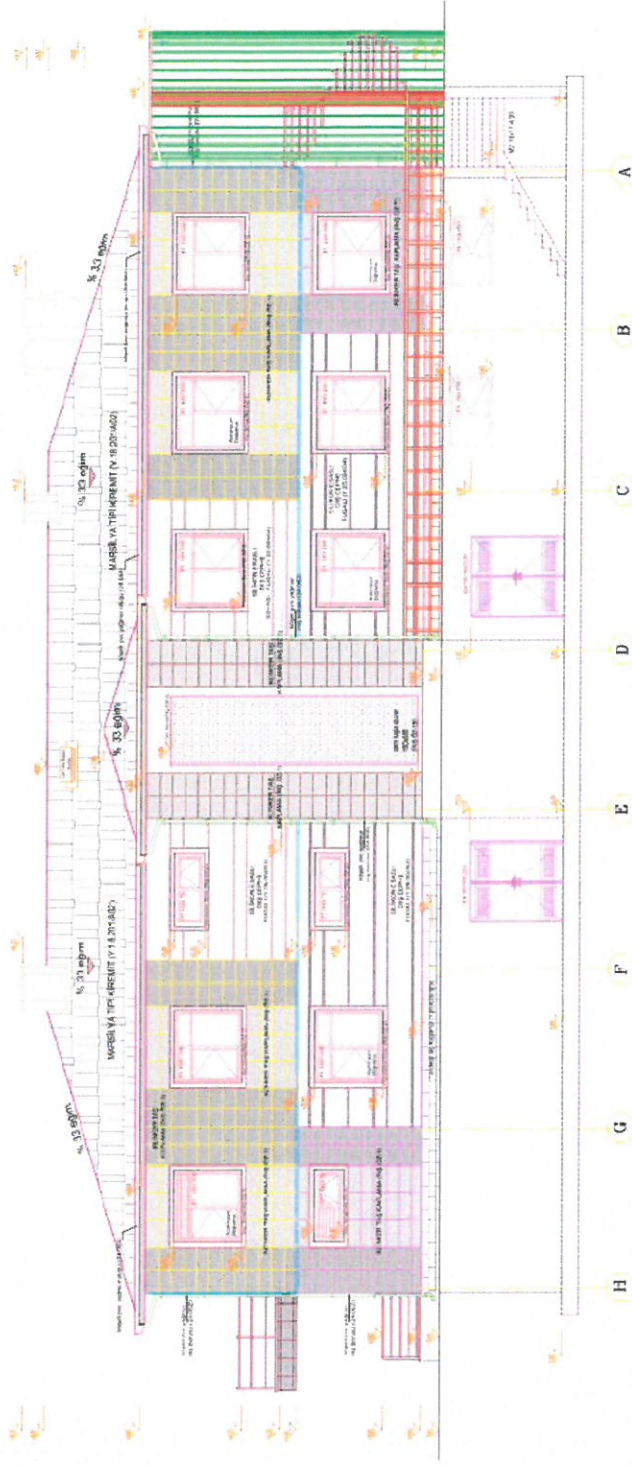
Sıra	İmalatın Cinsi	Betonarme	Notlar
1	Betonarme betonu	0,380 m ³ /m ²	Bina temellerini bir kat olarak kabul etmek lazım
2	Betonarme demiri	34 kg/m ²	Bina temellerini bir kat olarak kabul etmek lazım
3	Betonarme kalıp	2,6 m ² /m ²	
4	Kalıp iskelesi	2,80 m ³ /m ²	
5	İş iskelesi	1,43 m ² /m ²	
6	Tuğla duvar	0,150 m ³ /m ²	
7	İç sıva	2,40 m ² /m ²	Sıva kalınlığı 2 cm arası kabul edilir
8	Dış sıva	1,30 m ² /m ²	Sıva kalınlığı 3 cm arası kabul edilir
9	Tavan sıvası	0,90 m ² /m ²	Sıva kalınlığı 2 cm arası kabul edilir
10	Fayans-Seramik	0,30 m ² /m ²	
11	PVC pencere	0,12 m ² /m ²	
12	Kiremit çatı	0,42 m ² /m ²	
13	Cam	0,10 m ² /m ²	

Tablo 3.1. (a)' da metrajlar arası pratik kabuller ve Tablo 3.1 (b)'de yapı birim alanına isabet eden yaklaşık metraj birim ölçüleri verilmiştir. Tablo 3.1. (b) tablosunda verilen bilgilere bakarak betonarme sütunun altında yazan değerlerle bina oturumun alanın çarpımı her bir kattan çıkan atığın miktarını ve inşaat alanı ile çarpımından ise inşaatın tamamından çıkan atıkları buluruz. Trafik tesisler binasının bazı mimari ve statik proje kesitleri aşağıda verilmiştir.



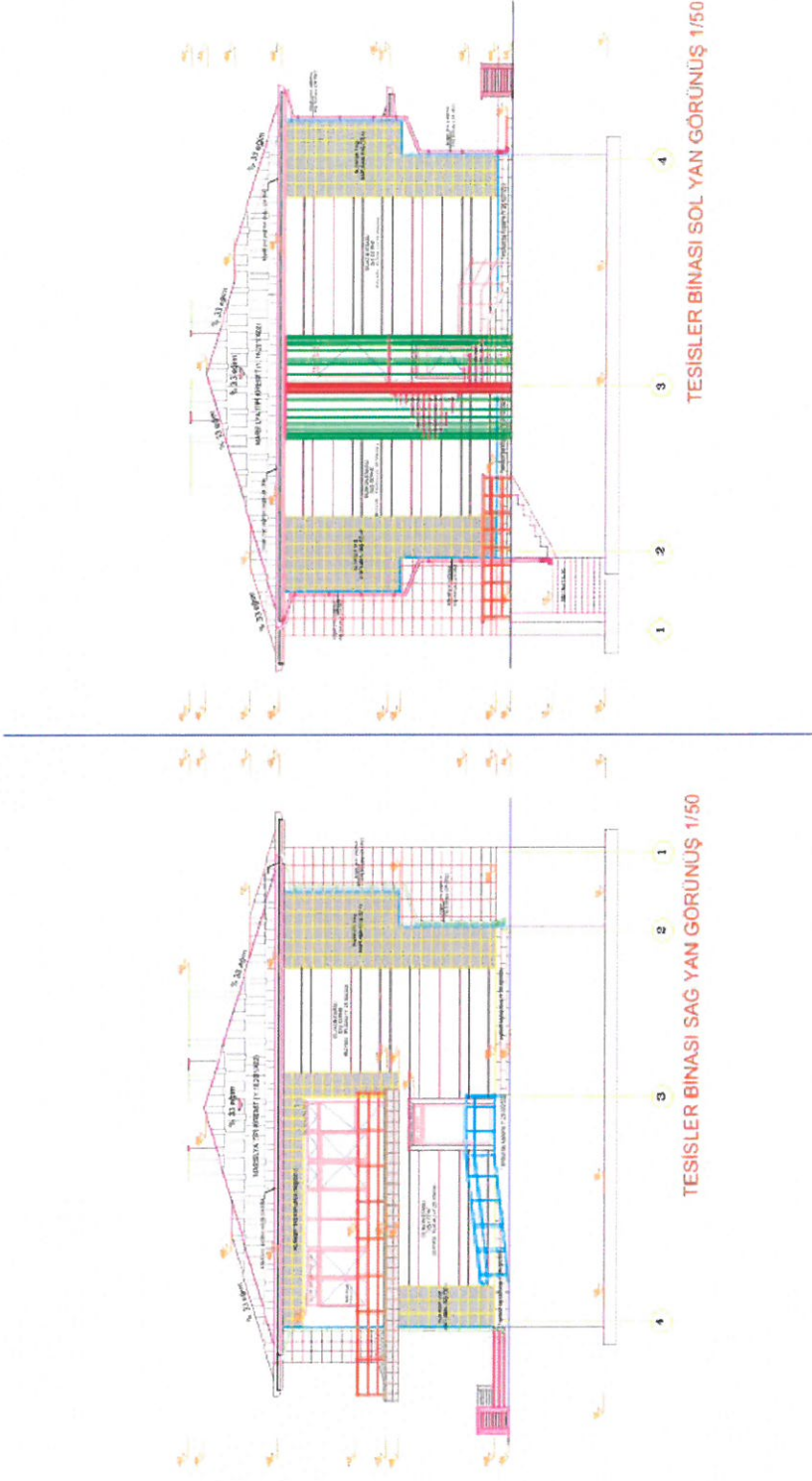
TESISLER BİNASI ÖN GÖRÜNÜŞÜ 1/50

Resim 3.1. Trafik tesisler binası mimari proje ön görünüşü

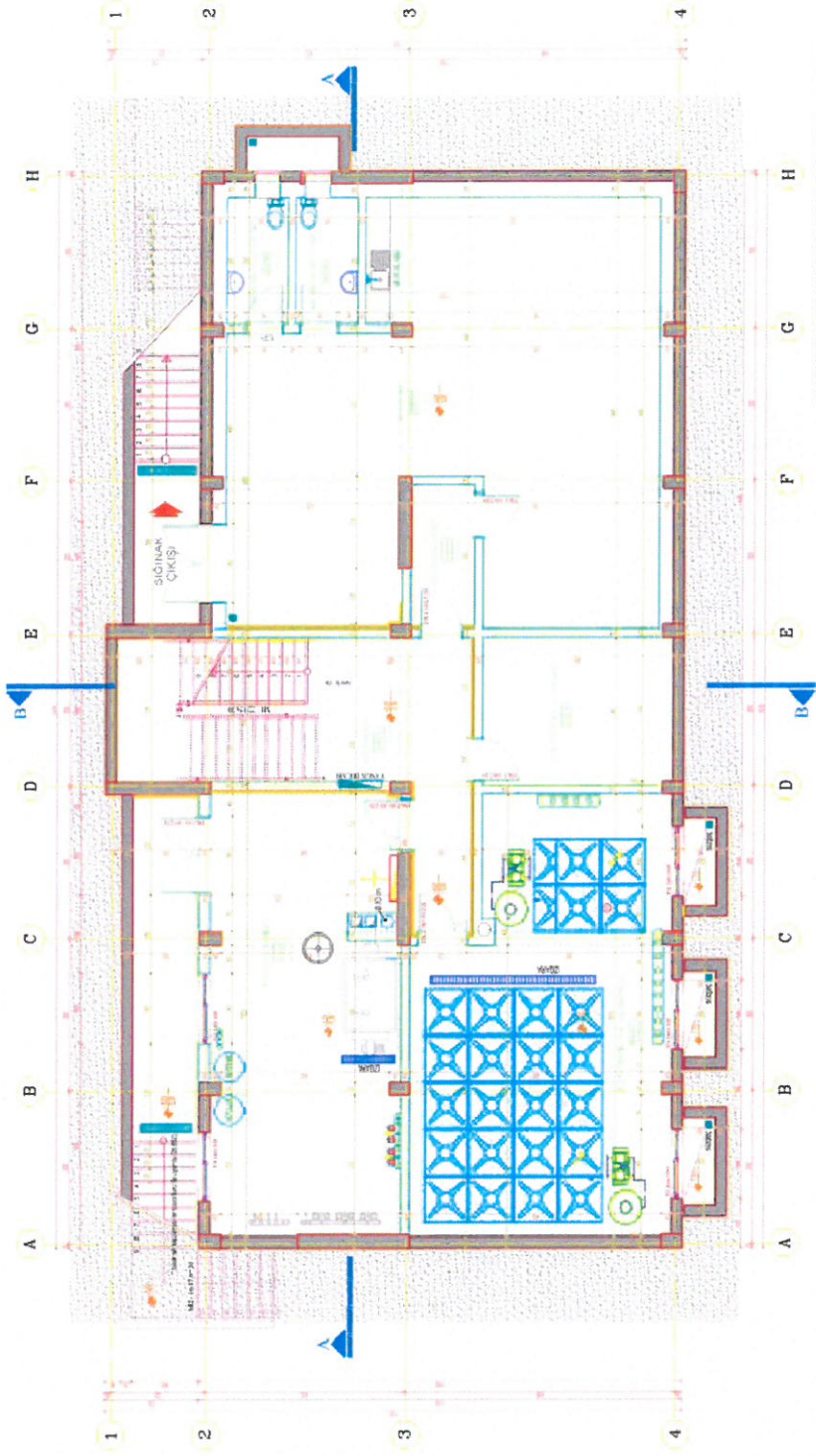


TESİSLER BİNASI ARKA GÖRÜNÜŞ 1/50

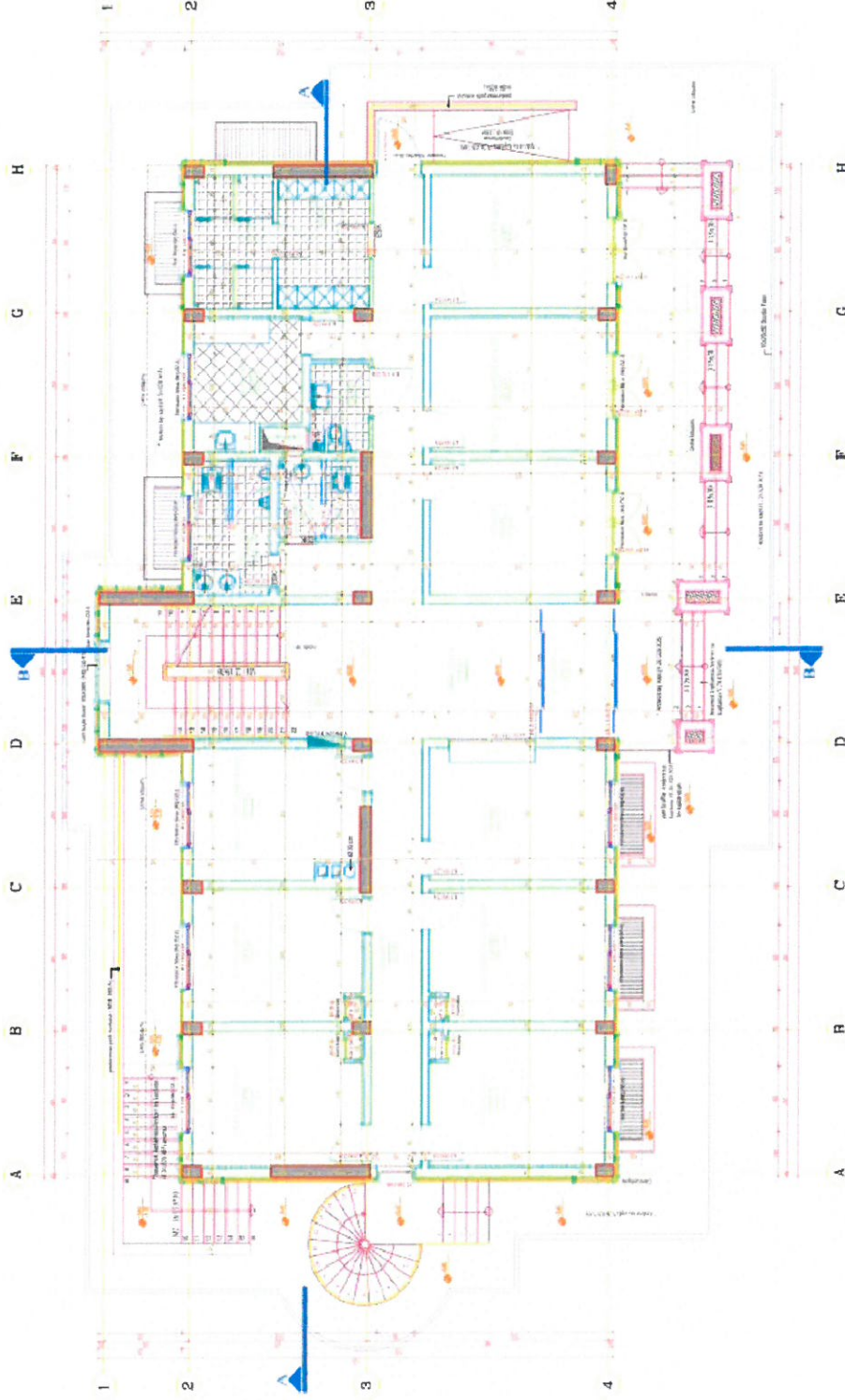
Resim 3.2. Trafik tesisler binası mimari proje arka görünüşü



Resim 3.3. Trafik tesisler binası mimari proje sağ yan ve sol yan görünüşü

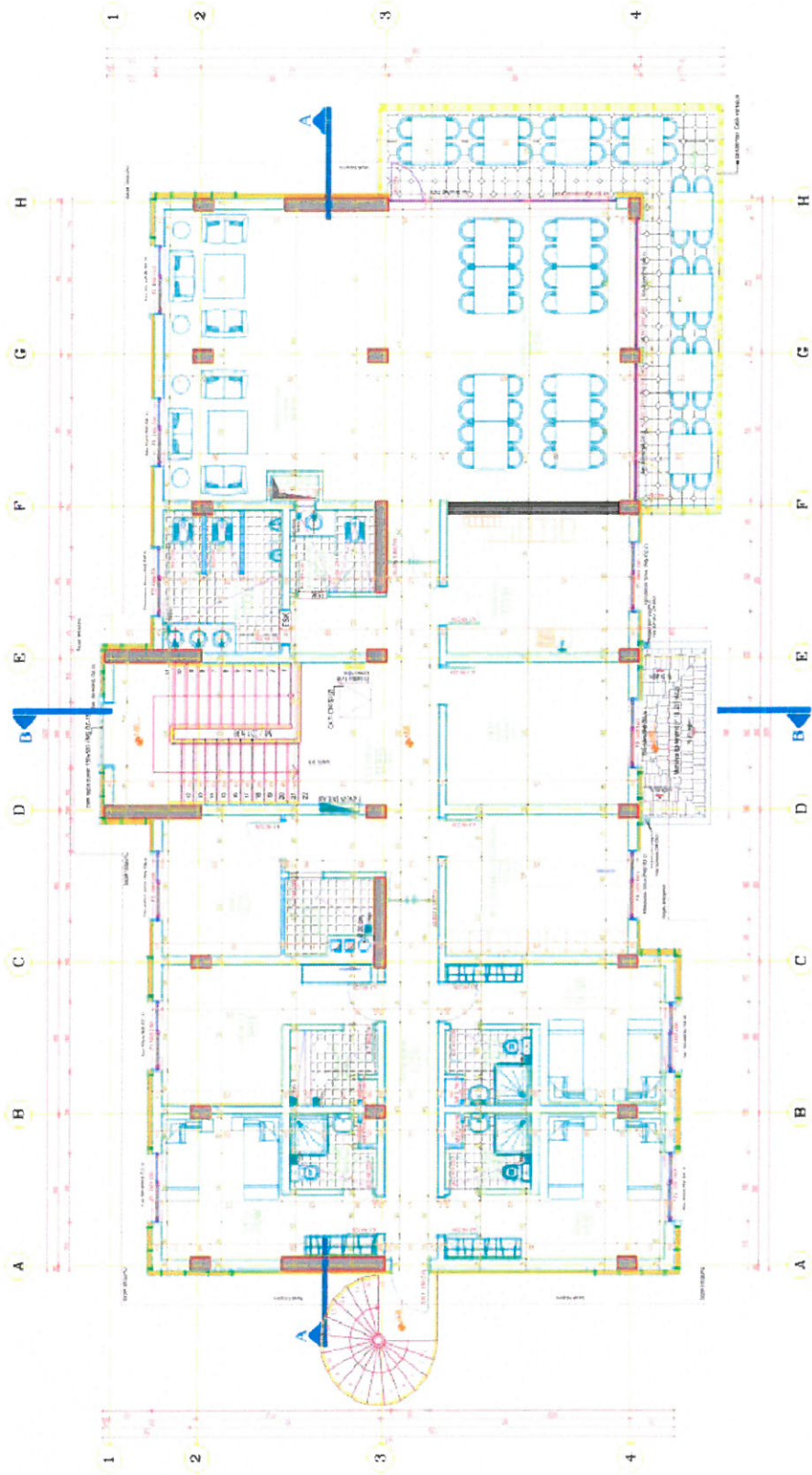


Resim 34. Trafik tesisler binası mimari proje bodrum kat görünüşü



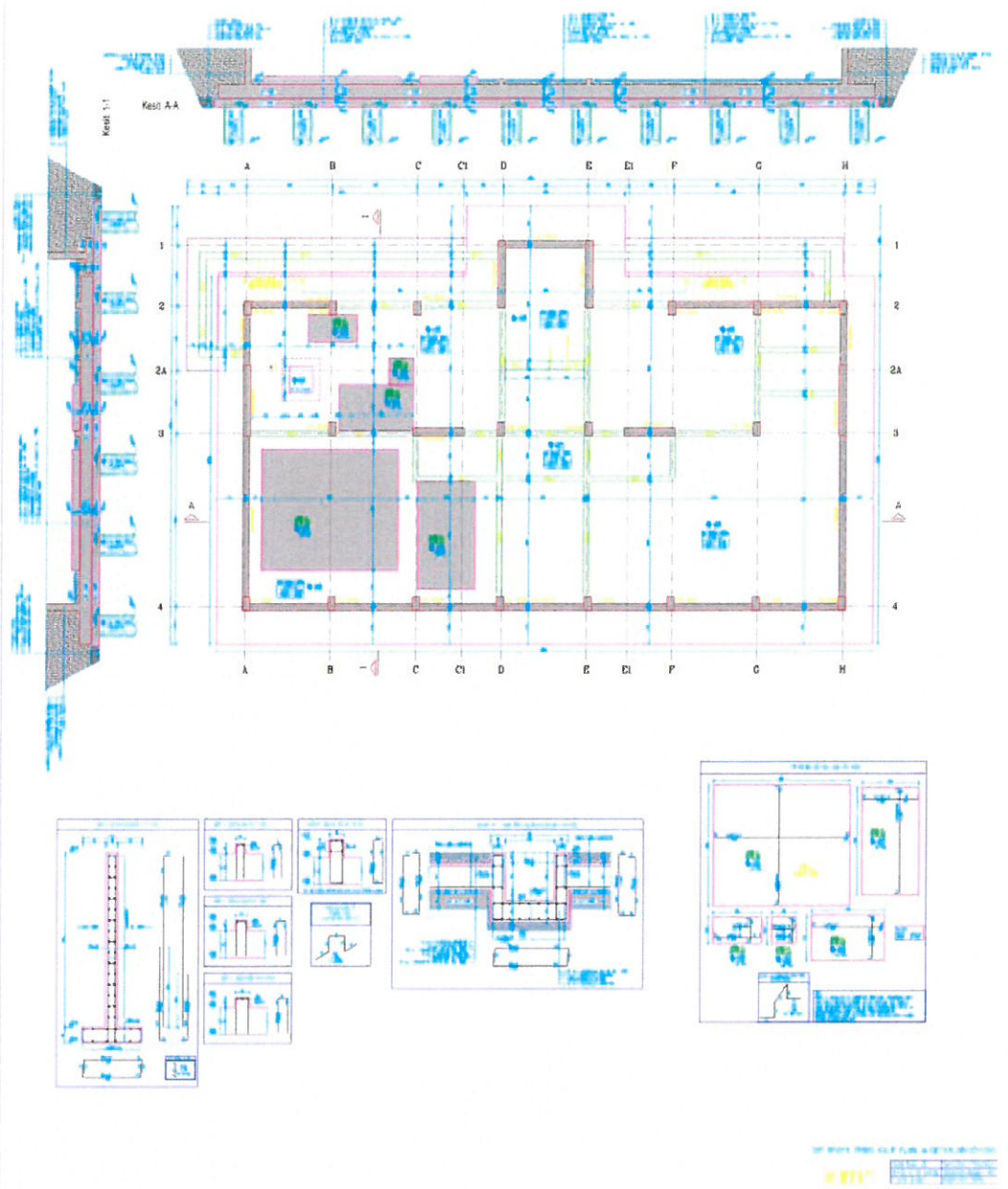
TESİSLER BİNASI ZEMİN KAT PLANI 1/50

Resim 3.5. Trafik tesisler binası mimari proje zemin kat görünüşü

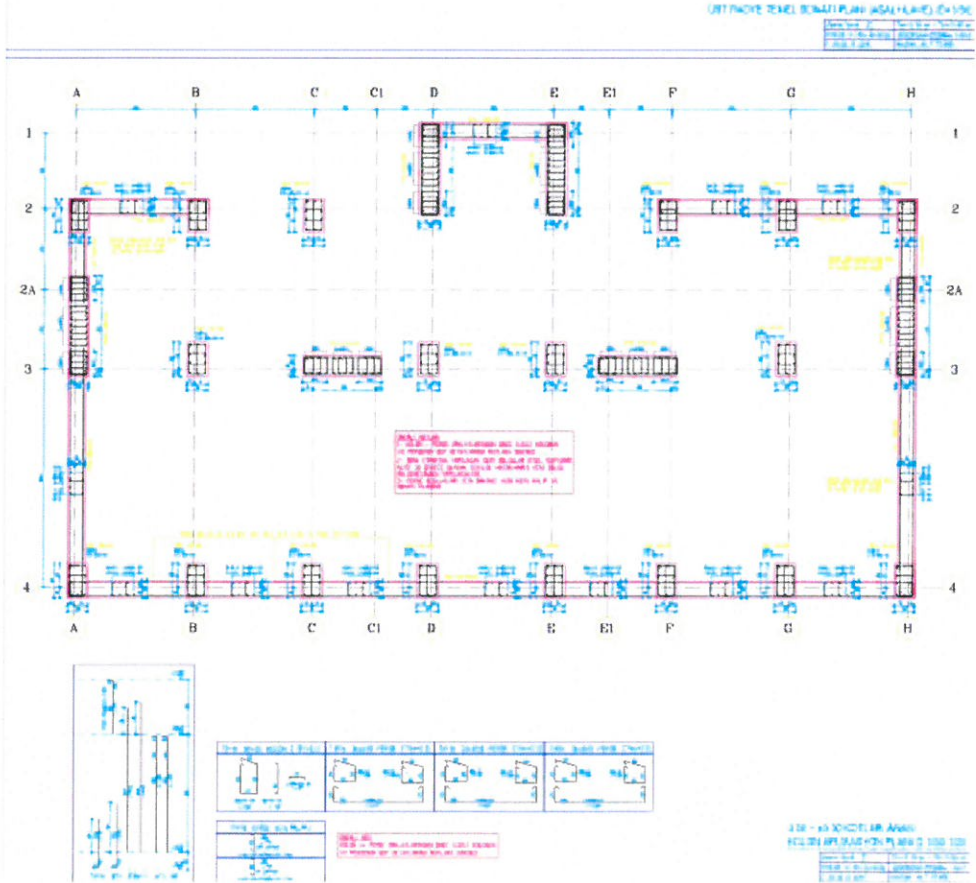
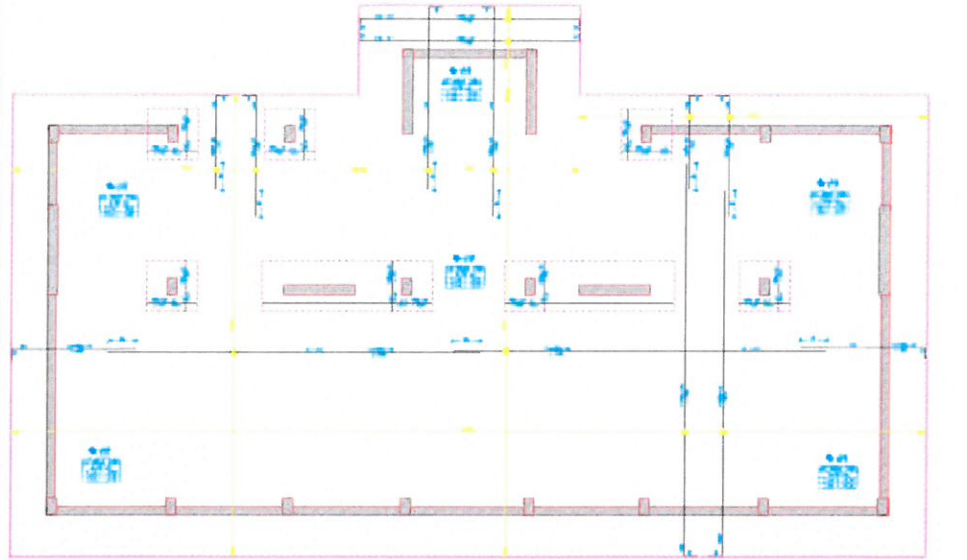


TESİSLER BİNASI BİRİNCİ KAT PLANI 1/50

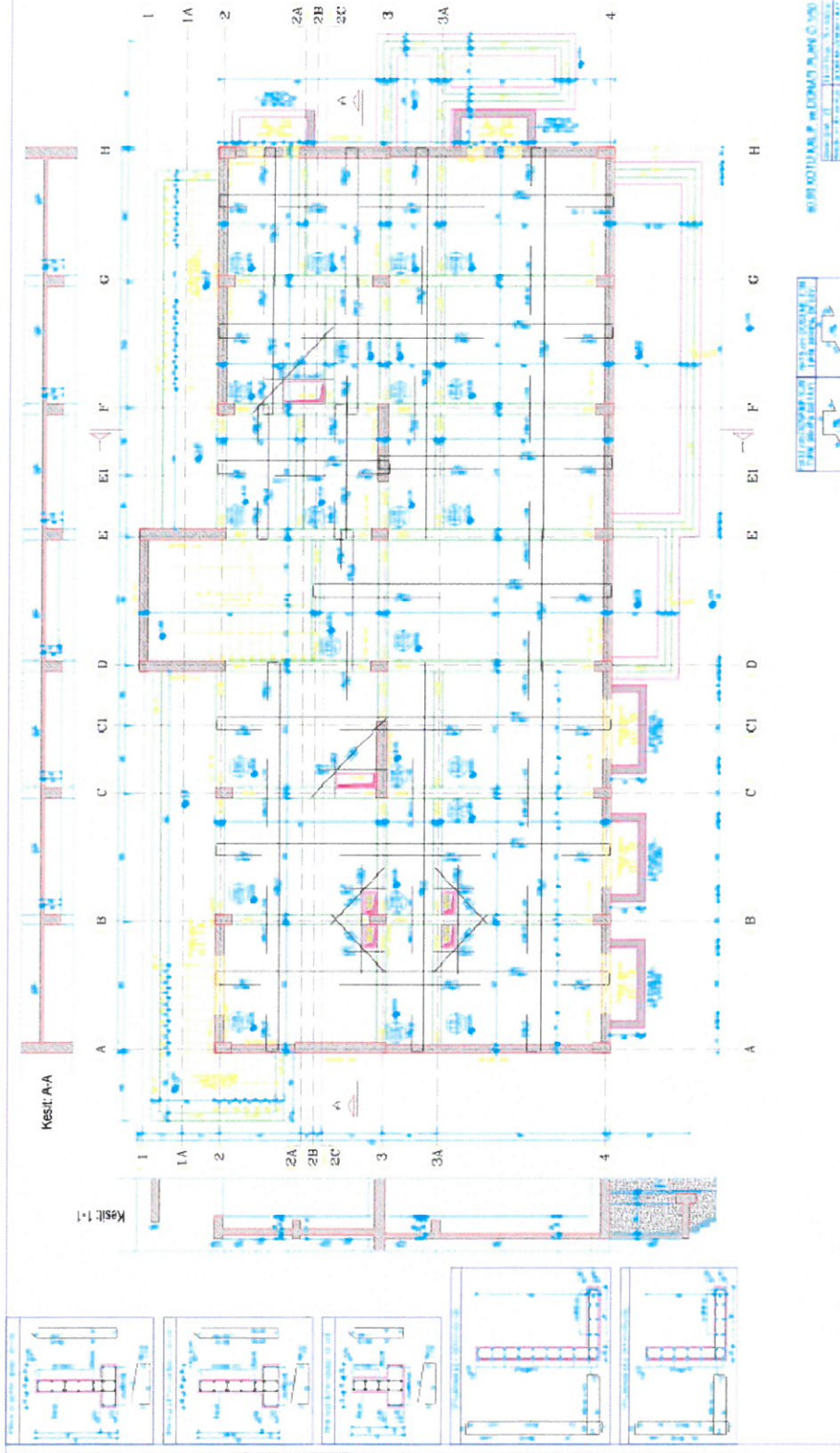
Resim 3.6. Trafik tesisler binası mimari proje birinci kat görünüşü



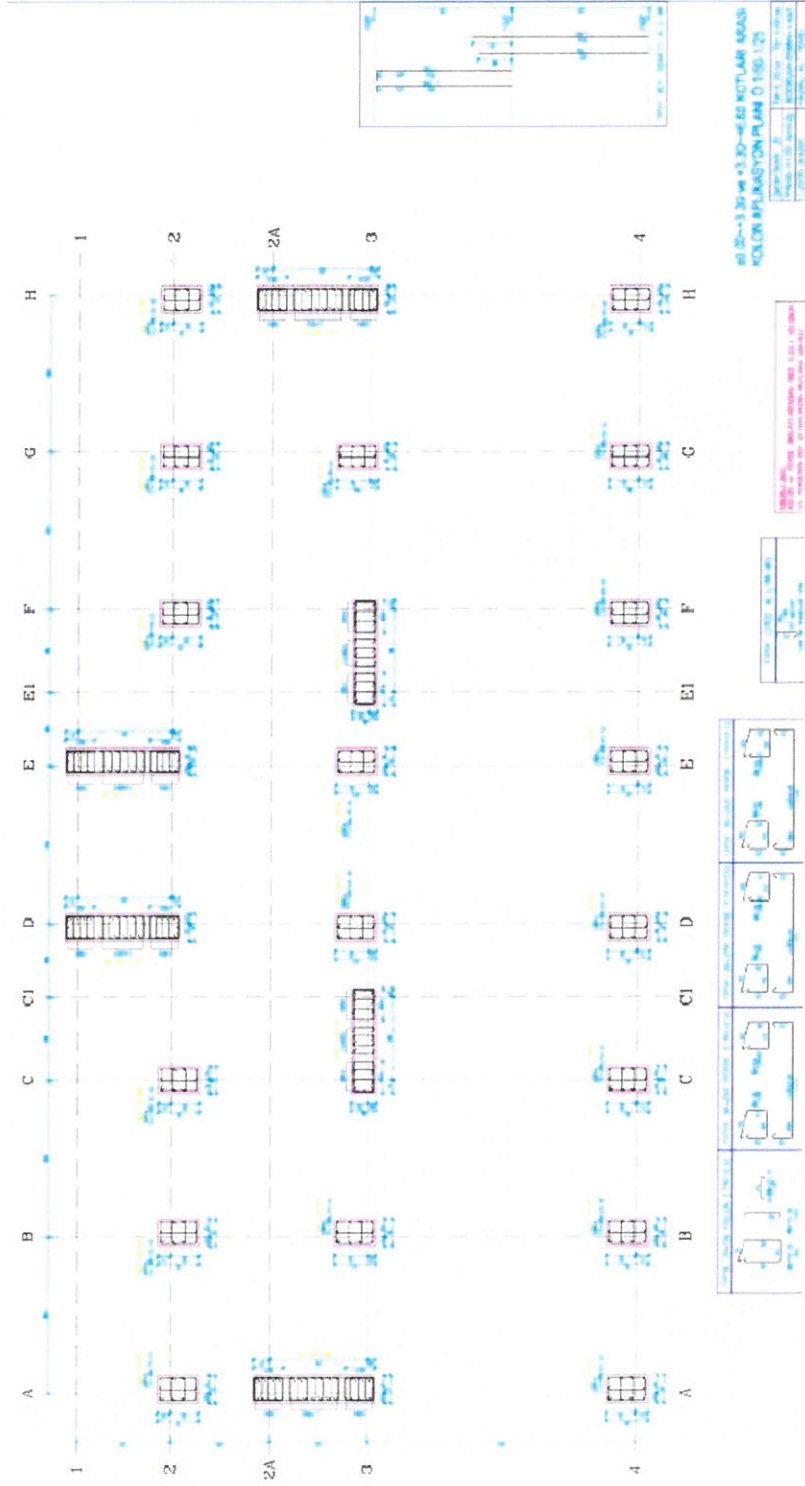
Resim 3.7. Trafik tesisler binası statik proje üst radye temel kalıp planı ve detayları görünüşü



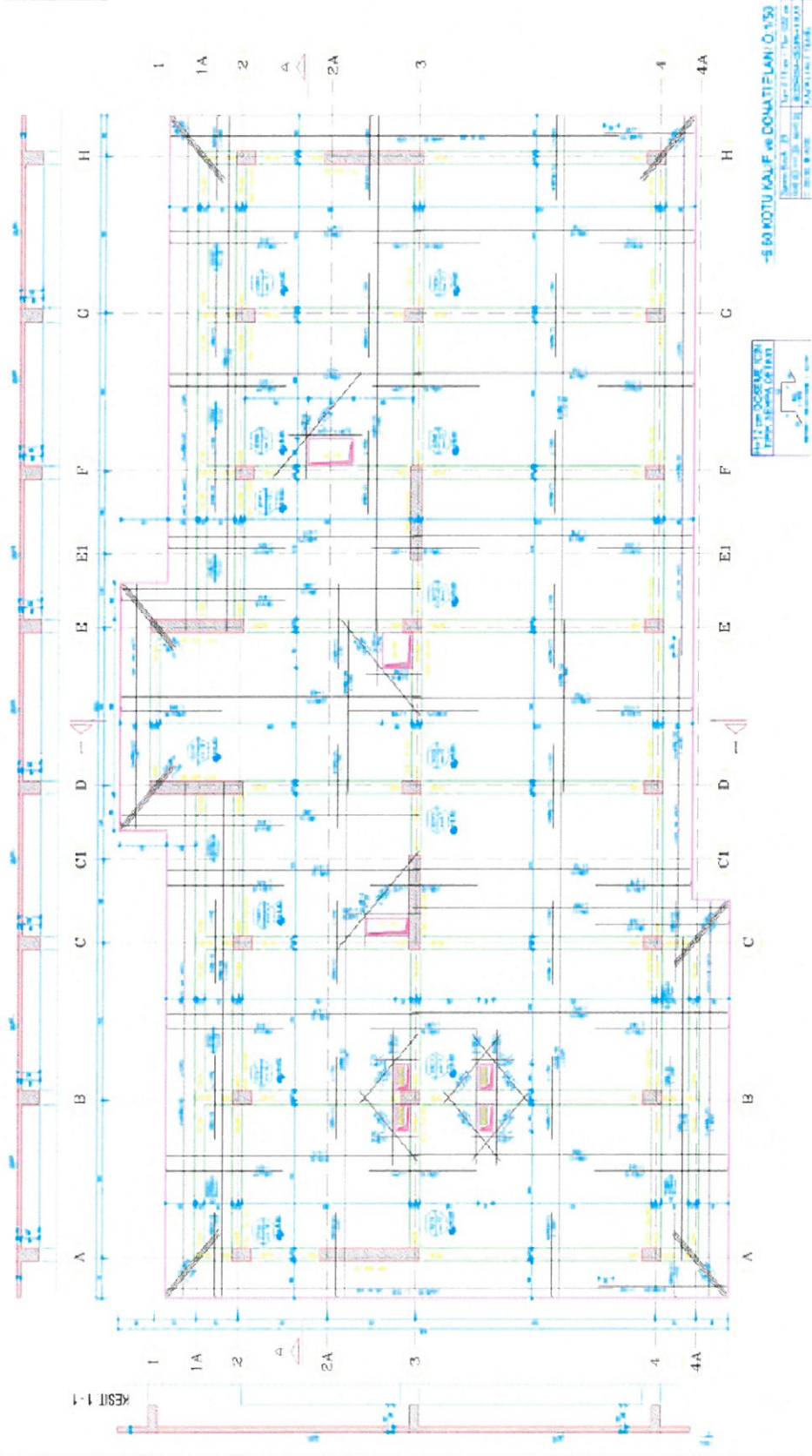
Resim 3.8. Trafik tesisler binası statik proje bodrum ile zemin kotları arası kolon aplikasyon planı



Resim 3.9. Trafik tesisler binası statik proje zemin kat kotu kalıp ve donatı planı



Resim 3.10. Trafik tesisler binası statik zemin ve birinci kat kotları arası kolon uygulama planı



Resim 3.12. Trafik tesisler binası statik proje birinci kat kalıp ve donatı planı

3.2. Metod

Trafik tesisler binası için gerekli genel kabuller tabloda verilmiştir. Binanın oturma alanı 360 m² ve bina inşaat alanı 1080 m²'dir. Tablo 3.2.'de trafik tesisler binası için genel kabullere göre metrajlar betonarme sütunun altında yazan değerlerle bina oturma alanının çarpımı her bir kattan çıkan atığın miktarını ve inşaat alanı ile çarpımından ise inşaatın tamamından çıkan atıklar bulunur.

Tablo 3.2. Trafik tesisler binası için genel kabullere göre metrajlar [14]

Sıra	İmalatın cinsi	Betonarme bina için	Bina toplam alanı (m ²)	Miktarlar	Birimi
1	Betonarme betonu	0,380 m ³ /m ²	1080	410,4	m ³
2	Betonarme demiri	22 kg/m ²	1080	23,76	ton
3	Tuğla duvar	0,150 m ³ /m ²	1080	162	m ³
4	İç sıva	2,40 m ² /m ²	1080	51,84	m ³
5	Dış sıva	1,30 m ² /m ²	1080	42,12	m ³
6	Tavan sıvası	0,90 m ² /m ²	1080	19,44	m ³
7	Şap	0,90 m ² /m ²	1080	48,6	m ³
8	Fayans-Seramik	0,30 m ² /m ²	1080	3,24	m ³
9	PVC pencere	0,12 m ² /m ²	1080	12,96	m ³
10	Kiremit çatı	0,42 m ² /m ²	1080	453,6	m ²
11	Cam	0,10 m ² /m ²	1080	108	m ²

Trafik tesisler binası yıkıldıktan sonra 410,4 m³ betonarme betonu, 23,76 ton betonarme demiri, 162 m³ tuğla duvar, 51,84 m³ iç sıva, 42,12 m³ dış sıva, 19,44 m³ tavan sıvası, 48,6 m³ şap, 3,24 m³ fayans-seramik, 12,96 m³ PVC pencere, 453,6 m³ çatı kiremiti ve 108 m² cam atık oluşmaktadır.

Atık olarak geri dönüşümünü gerçekleştirilecek betonarme betonu, tuğla duvar, iç sıva, dış sıva, tavan sıvası, fayans-seramik ve kiremit beraber kabul edilerek, betonarme demiri, PVC pencere ve cam atıklar ayrı ayrı geri dönüşüm işlem görecektir. Betonarme betonu, tuğla duvar, iç sıva, dış sıva, tavan sıvası, fayans-seramik ve kiremit atıkların tek tek ayrıştırılması çok zordur. Geri dönüşümü gerçekleştirilmeyecek ve tek tek ayrıştırılan

betonarme betonu, tuğla duvar, iç sıva, dış sıva, tavan sıvası, fayans-seramik ve kiremit atıkları 2010 yılında yayımlanan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” kapsamında geri dönüşüme katılmayacak olan malzemeler III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın karışık olmayan inşaat ve yıkıntı atıkları kapsamında atık kodlarına ve atık adlarına bakılarak inert atık tesislerine kabul edilebilir. İnşaat atıkları olduğu zaman yönetimi tehlikeli ve tehlikesiz atıkların yönetimi gibidir. Atıkların kaynağında azaltılması, kullanılabilir malzemenin yeniden kullanımı ve geri kazanım, geri kalan kısmın III. sınıf depolama alanlarında toplanması olarak değerlendirilir. Trafik tesisler binası yıkıldıktan sonra ortaya çıkacak tuğla duvar, iç sıva, dış sıva, tavan sıvası, fayans-seramik ve kiremit atıkları beraber kabul edilerek geri dönüşüm metodumuz yolların alt yapı malzemelerinde, parke taşlarında, su kanallarında, yeni beton üretiminde, kanalizasyon dolgularında, beton kaldırımlarda ve peyzaj elemanlarının yapımında kullanılabilir. Ürünlerin geri kazanılması işlemleri sağlanabilmesi için Türkiye’de, 2004 yılında yayımlanan “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği geri dönüşümü sağlanan ürünlerin 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 kullanacağı hükmüne” bağlamıştır [6].

İnşaat yıkıntı atıklarından elde edilen hammaddenin kalker ocaklarından sökülen malzemeler yerine geçip geçmeyeceği ya da inşaat sektöründe nerelerde kullanacağı malzemenin gerekli teknik özelliklerine uymasına bağlıdır.

İnşaat ve yıkıntı atıklarından elde edilen beton molozları çoğunlukla iki kademeli kırma ve eleme işlemlerinden sonra ince ve kalın agrega haline gelir. Çoğunlukla çeneli kırıcıdan geçirilen malzemeler seri bir şekilde işlemlerine kırma işlemlerine devam edilir. Birincil kırıcıdan parçalanamayan iri parçalar ikincil kırıcıda tekrar kırılarak istenen tane sınıfına getirilir. Birincil kırma işlemlerinde 0-50 mm’lik tane boyutlarına getirilen malzemeler ikincil kırıcıdan geçirildikten sonra 0-3 mm, 0-15 mm, 15-22 mm boyutlarına getirilir. Kırma-Eleme işlemleri sırasında kiremit, tuğla gibi malzemeler çok fazla ince malzeme çıkacağı dikkate alınarak işlemler yapılmalıdır. Geri dönüşüm işlemleri yapılırken sulama tedbirleri alınarak gerekli oluşacak emisyon ile çevreye ve insana zarar

verme olasılığı ortadan kaldırılmalıdır. 0-15 mm malzeme, her türlü boru imalatı (doğal gaz borusu hariç) yastıklama, sargılama, besleme, boru üstü kaplaması, hafriyat sahaları zemin yüzeyi tesviyesi ve bordür, parke alt temel tesviyesinde kullanılmaktadır. 15-22 mm malzeme, şantiye binaları çevre drenajı, şantiye çevre düzenlemesi alt temel malzemesi, bordur, parke, tretuar alt temel dolgu malzemesinde kullanılmaktadır.

Trafik tesisleri binasından 108 m² cam atık oluşmaktadır. Cam atıkları ilk bina yıkılmadan önce fiziksel olarak ayrıştırılır. Atık camlar biyolojik olarak çözülemediğinden atık sahalarında ciddi yer teşkil etmektedir. Bunun yanında doğayı kirletmesi gibi çevresel problemlere yol açmaktadır. Cam, sonsuz bir döngü içinde geri dönüştürülebilir ve yapısında bozulma olmadığı için en iyi yöntem atık camları tekrar dönüştürerek yeniden kullanılmasıdır. Camların geri dönüşümüyle; enerji tüketiminde (%25), hava kirliliğinde (%20), maden atığında (%80), su tüketiminde (%50) oranında azalma olacaktır. Cam ürünlerin kullanımındaki artış atık cam miktarlarını arttırmıştır. Türkiye yıllık ürettiği camın %65-%70'ini yeniden kullanmaktadır. Yapı malzemelerinden cam malzemeler doğrudan kullanım, ikinci kalite cam üretimi, öğütme, ezme ve eritme geri dönüşüm işlemi uygulanır. Geri dönüşüm işlemi tamamlandıktan sonra ürün olarak yeniden kullanılacak cam, geri dönüştürülmüş cam, cam lifli yalıtım malzemesi (cam yünü, cam elyaf), seramik, yol döşeme bloğu ve yol kenarında yansıtıcı boya üretiminde kullanılır. Cam atıklar üretime gönderilmeden önce fiziksel yöntemlerle kaynağında ayrıştırılması gerekmektedir. Kaynağında ayrıştırılan cam atıklar çevre izin/lisans sahip geri kazanım tesislerine veya çevre izin/lisanslı toplama ayırma tesislerine gönderilmektedir. Cam üretiminde kullanılmayan kısım Çevre ve Orman Bakanlığının 2010 yılında yayınladığı "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik" kapsamında III. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın kabul edilecek atıklar listesinde belirtilen atık kodlarına göre depolanabilmektedir.

Trafik tesisleri binasından 12,96 m³ PVC pencere plastik atığı oluşmaktadır. Plastik atıkları ilk bina yıkılmadan önce fiziksel olarak ayrıştırılır, ayrıştırılan plastik atıkların içlerinde metal parçalar sökülerek uygun bir alanda depolanır. Plastik atıklardan sökülen metal parçaları betonarme demir ile beraber aynı yerde depolanır. Metallerinden ayrılan ve fiziksel olarak ayrıştırılan plastik atıkları çevre izin/lisans sahip geri kazanım tesislerine veya çevre izin/lisanslı toplama ayırma tesislerine gönderilmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıklarından sökülen plastik kökenli atıklar tehlikeli bir madde ile kontamine

olmadığı sürece tamamı geri dönüşüm döngüsünde yer alabilmektedir. Ülkemizde 150.000-200.000 ton civarında plastik atık geri kazanılmaktadır. Yapı malzemelerinden plastik esaslı malzemeler yıkama, kurutma, eritme, kırma, kesme, kırma, ufalama ve toz haline getirilerek geri dönüşüm işlemi uygulanır. Geri dönüşüm işlemi tamamlandıktan sonra ürün olarak panel, geri dönüştürülmüş plastik, geri dönüştürülmüş agrega ve alan drenajlarında kullanılır. Ülkemizde belediye geri kazanım projelerinde atık kompozisyonu ortalama %23 civarındadır. 1 ton plastik atığının geri dönüşümü sonucunda 14000 kWh enerji tasarrufu sağlanır.

Trafik tesisleri binasından 23,76 ton betonarme demiri atığı oluşmaktadır. İnşaatlardan çıkan demir atıklarını hammadde olarak doğrudan eriterek tekrar yeni bir metal oluşturmak mümkündür. Malzeme içindeki metali uzaklaştırmak için elektromıknatıslar kullanılır. Makineler olmadan insan gücüne dayalı betonların içinden kırarak çıkartılan metal atıkları ekonomik ve uygulanabilir olmamakla beraber çalışanın sağlığını ve güvenliğini tehlikeye atmaktadır.



Resim 3.13. İnşaat ve yıkıntı atıklarından demirin ayrışması [8]

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde Trafik Tesisler binasının 3 katlı binası yıkılarak tehlikesiz atık miktarının hesabı yapılmıştır. Ayrıca üç katlı binanın tehlikesiz atıkları arasında geri dönüşüm için yerinde ayrıştırma yöntemi ile toplanan atıkların miktarı hesaplanmıştır.

4.1.Trafik Tesisler Binası Tehlikesiz Katı Atık Miktarının Hesabı

Trafik tesisler binasında 410,4 m³ betonarme betonu, 23,76 ton betonarme demiri, 162 m³ tuğla duvar, 51,84 m³ iç sıva, 42,12 m³ dış sıva, 19,44 m³ tavan sıvası, 48,6 m³ şap, 3,24 m³ fayans-seramik, 12,96 m³ PVC pencere, 453,6 m³ çatı kiremiti ve 108 m² cam atık oluşmaktadır.

Trafik tesisler binası yıkıldıktan sonra ortaya çıkacak atıklardan betonarme betonu, tuğla duvarı, iç sıvayı, dış sıvayı, tavan sıvasını, şapı, fayans-seramik ve kiremit çatıyı bir olarak alanda yığın olarak kabul edilerek kaynağında ayırmak zor olacaktır. Bu atıkları yığın olarak kabul edip geri dönüşümlerini gerçekleştirmek enerji ve çevre kirliliği açısından büyük kazanç elde edilir. Trafik tesisler binasında toplamda 1.191,4 m³ (betonarme betonu, tuğla duvarı, iç sıvayı, dış sıvayı, tavan sıvasını, şapı, fayans-seramik ve kiremit çatı) moloz yığını atığı oluşmaktadır.

İnşaat/yıkıntı atığından %60 oranında geri kazanım mümkündür. 1 m³ inşaat/yıkıntı atığından yaklaşık 0,60 m³ malzeme geri dönüştürülebilir. Trafik tesisler binasında oluşan 1.194,4 m³ inşaat ve yıkıntı atığından 716,64 m³ moloz yığını geri kazanılmaktadır. Plastik atık, cam atık ve demir atığının geri dönüşüm oranı %100'dür. Trafik tesisler binasında oluşan plastik atıktan 12,96 m³, cam atıktan 108 m² ve beton demirinden 23,76 ton tehlikesiz atık geri kazanılmaktadır.

Aşağıda resim 4.1.'de geri kazanılmış agrega, doğal agrega ile aynı granülometriye getirildikten sonra çeyrekleme metodu ile numune alınıp, içindeki malzemeler seçilerek gruplara ayrılmış, ağırlıkları belirlenip oranlanmıştır.



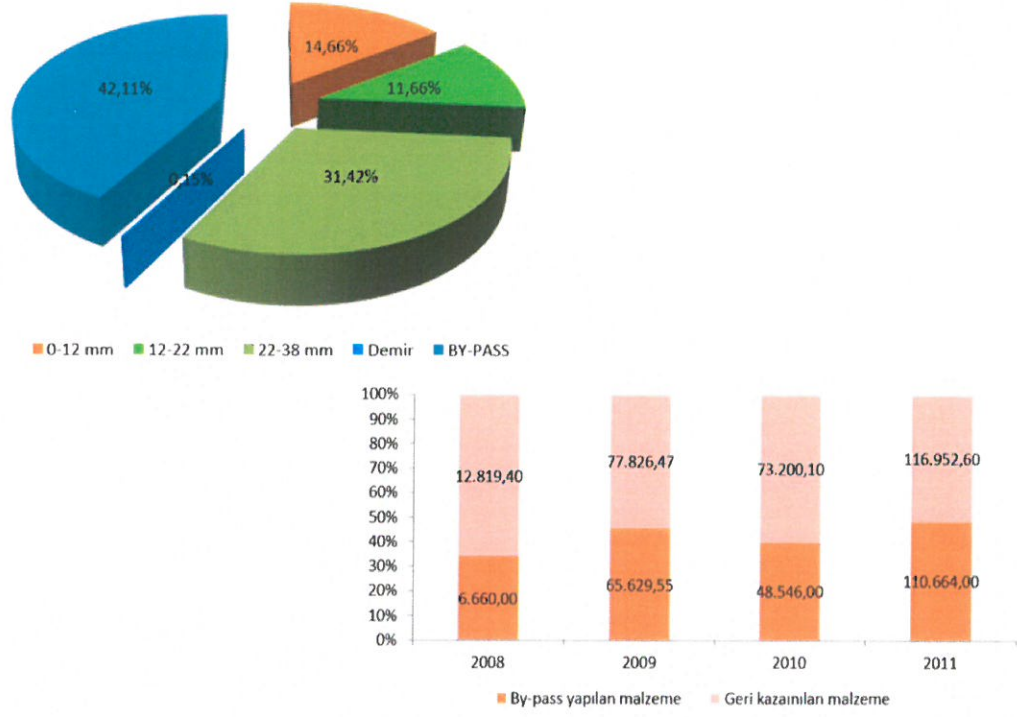
Geri Kazanılmış Agrega içeriği	%
Kırma Taş	67.75
Harç Parçaları	19.49
Tuğla Kırığı	4.87
Doğal Agregas	1.87
Fayans Kırığı	1.80
Karo Mozaik	1.50
Mermer Kırığı	0.77
Kaba Sıva	0.40
Cam Kırığı	0.36
Gaz Beton	0.29
Kırmızı Renkli Agregas	0.29
Midye Kabuğu	0.27
Alçı Parçacığı	0.27
Tahta Parçacığı	0.07

Resim 4.1. Geri kazanılmış agregaların malzeme yüzdeleri [8]

4.2. Geri Dönüşüme Gönderilen Atık Miktarının Fayda Analizi

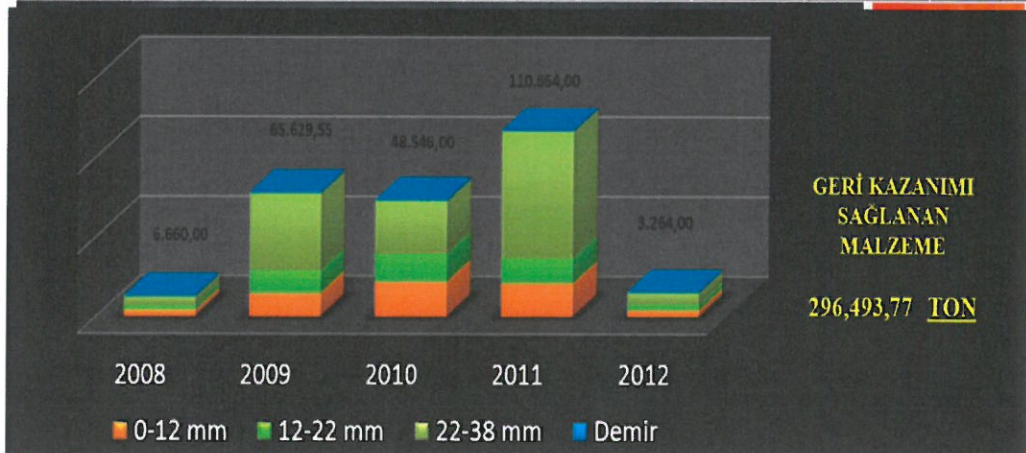
Geri dönüşüm ülke ekonomisine katkı sağlayan önemli bir çalışma sistemidir. Bu sayede çevre kirliliğinin de önüne geçilmiş olunur. Geri dönüşüm malzemelerini (plastik, cam, metal, beton, tuğla, kiremit, metal) toplayan ve işleyip tekrar kullanıma sunan birçok sektör vardır. Ülkemizde yeni yeni bir sektör olarak görülen geri dönüştürülebilir atıklar iç piyasada ciddi bir potansiyele sahiptir. Örneğin, maksimum 1000 m² inşaat alanına sahip bir apartmanın dört katlı eski binalarda ortalama olarak; 12 ton inşaat demiri, 165 kg kablo, 65 kg bakır, 230 kg çinko, 265 kg alüminyum, 800 kg PVC-plastik hurdası çıkıyor. Geri dönüşümle bu malzemelerden yaklaşık olarak 12 bin TL kazanç sağlanabiliyor. 1 m³ inşaat/yıkıntı atığından yaklaşık 0,60 m³ malzeme geri dönüştürülebilir.

Aşağıda ki resimlerde 4.2. (a) ve resim 4.2. (b)' de İstanbul, Tuzla-Aydınlı inşaat ve yıkıntı atıkları geri kazanım tesisi işletmesinin inşaat veya yıkıntı atığı geri kazanım verileri ve yıllara göre toplam geri kazanımı sağlanan malzeme miktarı yer almaktadır.



Resim 4.2. (a) İnşaat veya yıkıntı atığı geri kazanım verileri [8]

YILLAR	GELEN MALZEME MİKTARI (TON)	ÇIKAN MALZEME MİKTARI (TON)					GERİ KAZANIMI SAĞLANAN MALZEME	Yüzde %
		0-12 mm	12-22 mm	22-38 mm	Demir	BY-PASS		
2008	19.479,40	4.080,00	3.042,00	5.670,00	27,40	6.660,00	12.819,40	% 66
2009	143.456,02	14.780,00	14.058,00	48.780,00	208,47	65.629,55	77.826,47	% 54
2010	121.746,10	22.040,00	17.410,00	33.510,00	240,10	48.546,00	73.200,10	% 60
2011	227.616,60	21.120,00	15.780,00	79.776,00	276,60	110.664,00	116.952,60	% 51
2012	18.959,20	4.488,00	3.500,00	7.650,00	57,20	3.264,00	15.695,20	% 83
TOPLAM	531.257,32	66.508,00	53.790,00	175.386,00	809,77	234.763,55	296.493,77	%63



Resim 4.2. (b) Yıllara göre toplam geri kazanımı sağlanan malzeme miktarı [8]

Ülkemizde her yıl tonlarca plastik atık malzemesi birikmektedir. Bunun anlamı doğadaki herkesin zarar gördüğüdür. Bununla beraber ülkelerin çevre kirliliğinin giderilmesi için ayırdıkları bütçenin sürekli artması ve ekonomiye büyük zarar vermesi anlamına gelmektedir. Hurda plastik alan firmalar ve fabrikalar plastik hurda kilo hesabı ile satın alır. Konutlarda toplanan atık plastikler inşaat sahiplerine gelir sağlasa da bu geri dönüşüm sistemine her alanda daha fazla ihtiyaç vardır.

Plastik hurdalar fabrikalara satılması amaçlanmıştır. Plastik fiyatları atık borsası fiyatlarına göre seneden seneye hatta günden güne değişebilmektedir. 23.06.2018 tarihli plastik atıklardan pimapen hurda çıkmasının satış fiyatı 1.70 TL'dir. Bu fiyatlar bir firma baz alınarak listelenmiştir ve firmadan firmaya değişiklik gösterebilir. Ancak fiyat farklılıkları çok fazla olmamakla beraber kuruş miktarındadır. Pimapen fiyatlarından sistemde toplanan atık miktarının getirisi hesaplandığında; 12,96 m³ PVC-plastik atığını 12,44 ton kabul edersek yaklaşık olarak 21.148 TL'lik kazanç elde edilir.

İnşaat demir çubuğu geri kazanım tesislerine satılması amaçlanmıştır. İnşaat demir çubuğu fiyatları atık borsası fiyatlarına göre seneden seneye hatta günden güne değişebilmektedir. 23.06.2018 tarihli satış fiyatı inşaat demir çubuğu 1.290 tl'dir. Bu fiyatlar bir firma baz alınarak listelenmiştir ve firmadan firmaya değişiklik gösterebilir. Ancak fiyat farklılıkları çok fazla olmamakla beraber kuruş miktarındadır. Metal hurdalar olarak üç katlı binanın yıkılmasıyla 23,76 ton betonarme demiri oluşmaktadır. 23/06/2018 tarihli fiyatları inşaat yıkın hurdası fiyatlarından sistemde toplanan atık miktarının getirisi hesaplandığında; yaklaşık olarak 30.650 TL'lik metal atıktan kazanç sağlanır.

Cam atıkların kaynakları kapı, pencere, banyo aksesuarı olarak nitelendirebiliriz. Cam atık piyasası metal atıklardan sonra ekonomiye getirisi en fazla olan atıkların başında gelir. Cam atıkların fiyatları cam geri dönüşümünü sağlayan fabrikalar ve toplayıcı şirketler tarafından belirlenir. Toplanan cam atıklar renklerine göre ayrılıp işlem görmektedir. Kilosu firmadan firmaya değişmekte olup miktarının fazlalığına göre de fiyat veren firmalar vardır. Üç katlı binanın yaşadığı yerde aylık toplanan cam miktarı 108 m² gelir sağlamak mümkündür. Ancak bölgemizde para karşılığında cam alan firma bulunmamasından dolayı cam atıklar doğrudan geri dönüşüm için toplayıcıya verilecektir. Geri dönüşüm işlemlerinden sonra tekrar kullanılacak olan cam ile çevreye ve ekonomiye katkı sağlanacaktır. Asıl gelir doğaya tekrar kazandırılan atıklardır. Yeni

bir cam, metal, plastik ve beton malzemenin üretimi geri dönüşümünden çok daha pahalıya gelmektedir. Gelişen teknoloji ve hammadde ihtiyacı atıkları tekrar kullanmaya teşvik eder.

İnşaat sahibi 2004 yılında yayımlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği kapsamında inşaat ve yıkıntı atıklarını bertaraf edilinceye kadar takip etmesi gerekmektedir. İstanbul örneğine bakarsak İstanbul Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Çevre Koruma Müdürlüğü 2018 yılı hafriyat uygulamalarına ait ücret tarifesi aşağıdaki tabloda belirtmiştir. Bu kapsamda alanımızdan 1.191,4 m³ hafriyat atığı oluşmaktadır. Hafriyat toprağı geri kazanım için gelen hammadde m³ başına 0.25 TL'den 298,6 TL, tekrar kullanım için projesinde belirtilen m³ başına 1 TL'den 1.191,4 TL ve hafriyat toprağını geçici depoladığı zaman m³ başına 0.5 TL'den 595,7 TL ücret ödenmesi gerekmektedir.

Tablo 4.1. İstanbul Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Çevre Koruma Müdürlüğü 2018 yılı uygulanacak birim fiyat tablosu

		Birim	2018 Yılı uygulanacak birim fiyat	Para birimi
1	Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının tekrar kullanılması ve geri kazanılması ücret tarifesi			
1.1	Geri kazanım için gelen hammadde m ³ başına	m ³	0.25	TL
1.2	Tekrar kullanım için projesinde belirtilen m ³ başına	m ³	1	TL
2	Hafriyat toprağının geçici depolanması ücret tarifesi			
2.1	m ³ başına	m ³	0.5	TL

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ekonomik güçlükler karşısında kalan ilerlemekte olan ülkelerin doğal kaynaklarından uzun vadede ve azami bir şekilde faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri, ekonomik değeri olan maddeleri gen kazanma ve tekrar kullanma metotlarını araştırmaları gerekmektedir. Türkiye’de yıllık kırkbeş milyon ton inşaat/yıkıntı atığı miktarının kentsel dönüşüm politikalarıyla üç yıl boyunca yıllık on milyon ton, geri kazanılacak malzeme miktarının da yıllık altı milyon ton olacağı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Başkanlığı tarafından hesaplanmıştır. Ülkemizde nüfus çoğalmasına paralel olarak ömrünü tamamlayan yapılar kentsel dönüşüm süreçlerine girmekte ve inşaat yapı oranları artarak devam etmektedir. Kentsel dönüşüm ve yapıların yıkılarak ortaya çıkan atıkları geri kazanımı ekonomik bir değer haline getirmiştir. Kentsel dönüşüme ek olarak, sadece mekânsal bir dönüşüm değil aynı zamanda sosyo-mekansal olarak değişimlerin habercisidir. Bu sebeptendir ki başarılı bir kentsel dönüşüm projesi o yörenin halkının katılımıyla beraber mümkündür. Tabii kaynakların korunması, sürdürülebilir üretim, depolanan atık miktarının azaltılması ve ekonomik değer oluşturulması amacıyla inşaat veya yıkıntı atıklarının geri dönüştürülmesi esastır. Yüksek nitelikte geri dönüşüm ürünleri elde edilmesi ve maliyetlerin azaltılması amacıyla atıkların oluştukları yerlerde ayrılması gerekmektedir.

Tehlikesiz atıkların yerinde ayrışması prensibine dayanarak Trafik Tesisler binasında oluşan tehlikesiz atıkların geri kazanılması, kullanılabilir malzemelerin yeniden kullanımı, depolanması ve bertaraf edilmesi ile ilgili yaklaşımlarda bulunulmuştur. Giderek büyüyen hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atık probleminin ve değerli geri dönüştürülebilir atıkların işlem göreyerek geri kazanılması ve yeniden kullanılması, bu maddelerin çevresel zararlarını da en aza indirecektir. İnşaat ve yıkıntı atıkların ayrıştırılması için toplu yaşam alanlarında yapılan değişiklikler çevremize getiri sağladığı gibi ayrı bir maddi getiri kaynağı olmaktadır.

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte doğal kaynaklarımız gün geçtikçe azalmaktadır. Bu nedenle geri kazanım doğal kaynaklarımızın korunması ve verimli kullanılması için son derece önem kazanmaktadır. Dünya üzerindeki doğal kaynakların sınırlı olduğu bilinmektedir. İnşaat sektöründe oluşan atıkların önemli bir hammadde

kaynağı olduğu kesinlik kazanmıştır. İnşaat sektöründeki atıklarının değerlendirilerek ekonomik olarak geri kazanılması ve yeniden kullanılması, bu maddenin çevresel zararlarını da en aza indirecektir.

Yapılan kaynak araştırmalarına göre çevreye olan faydası, mali ve enerji geliri göz önünde bulundurularak trafik tesisler binasında uygulanacak olan en uygun sistem seçilmiştir. Geri dönüşümü sağlanabilen tehlikesiz atıkların yerinde ayrıştırılması ile çevreye sağladığı katkının yanı sıra ekonomiye gelir sağlaması da mümkündür. Kentsel dönüşüm uygulamalarında meydana gelen geri dönüştürülebilir tehlikesiz atıkların yeniden kullanılabilmesi, depolama sahalarında bertaraf edilmesi işleriyle ilgili yaklaşımlarda bulunulmuştur.

Bu çalışmada uygun şartlar ele alınmış ve azami kazanç üzerinde geliştirilmiştir. Günümüz prosesinin yüzde yüz işleme için insan alışkanlıklarının değişmesi gerekmektedir. Çünkü nüfusun ve inşaatların sayısı artmakta geri dönüşüm çalışmaları yapılmadan doğaya vahşice bırakılmaktadır. Bu durum direk verimi etkileyecektir. İnsan alışkanlıkları verime etki ettiğinden dolayı bu tarz projelerin yüksek kapasitede işleme için eğitim, kültür, psikolojik ve sosyolojik yönden de araştırma yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği”. *T.C. Resmi Gazete*, 25406, 18 Mart 2004.
2. “Artıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”. *T.C. Resmi Gazete*, 27533, 26 Mart 2010.
3. “Atık Yönetim Yönetmeliği”. *T.C. Resmi Gazete*, 29314, 02 Şubat 2015.
4. Kılıç, N., “Kentsel Dönüşümde Geri Dönüşüm Atağı”. *Ar-Ge Bülten 2012 Aralık-Sektörel*:12-20, 2012.
5. Altındağ, S., “İstanbul’da Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Tersine Lojistik Yöntemiyle Alternatif Yönetim Planı”. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul. Syf. 1-48, 2011.
6. Demir, İ., “İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 105-114, 02 Temmuz 2010.
7. Gurer, C., Akbulut, H. & Kurklu, G., “İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm ve Bir Hammadde Kaynağı Olarak Farklı Yapı Malzemelerinin Yeniden Değerlendirilmesi”. *5.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, Syf. 28-36, 13-14 Mayıs 2004.
8. Karaca, M.F. “İstanbul, Tuzla-Aydınlı İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Geri Kazanım Tesisi İşletimi”. *Atık Yönetimi Sempozyumu*. Sueno Otel, Side, Antalya, Turkey, 26 Nisan 2012.
9. Ölmez, E. & Yıldız, Ş., “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli”, *Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları’ 08 Sempozyumu*, 2008.
10. Savcı, S., Dikmen, Ç. B. “İnşaat Sektöründe Geri Dönüşüm Kaynağı Olarak Cam Malzemelerin Yeniden Kullanımı”. *İkinci Uluslararası Sürdürülebilir Binalar Sempozyumu*. Ankara, Turkey, 28-30 Mayıs 2015.
11. Arıkan, A., “PVC’nin Geri Dönüşümü Geri Kazanımı Bertarafı”. *Ambalaj Bülteni*, Mayıs/Haziran:32-33, 2010.

12. Tchobanoglous G., Thesien H. and Vigil S.A., “Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues”, *McGraw Hill Inc.*, New York. 1993.
13. Kırbıyık, A., “İnşaat Sahalarında Ortaya Çıkan Atıkların Geri Kazanım Yöntemlerine Genel Bir Bakış: Ankara (Bilkent) ve Mersin Şehir Hastanelerinde Çıkan Atıkların Maliyet Analizi”. *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Mersin. 2016.
14. İnternet: İnşaat Mühendisleri Odası Genel Kabullere Göre Metrajlar., Erişim tarihi: 20.04.2018
15. Fırat, F.K., & Akbaş, F., “İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm Çalışmalarının Geliştirilmesi ve Ekonomi Üzerine Etkileri”. Session 4D: Çevre ve Enerji:637-644, 2015.

ÖZGEÇMİŞ

19 Nisan 1989 tarihi Adana İli Seyhan İlçesinde doğdu. İlköğretimini Atatürk İlk Öğretim Okulunda, ortaokulunu Gazi Ortaokulunda ve lise yıllarını Seyhan Çukurova Lisesini tamamladıktan sonra 2008 yılında Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümüne kaydoldu ve 2013 yılında Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Anadolu Üniversitesi Kamu Yönetimi bölümüne, 2015 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği bölümü Tezli Yüksek Lisansına, 2017 yılında Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Tezsiz Yüksek Lisansına başladı ve 2018 yılında Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Tezsiz Yüksek Lisansından mezun oldu. 2014 yılında başladığı Çevre Görevliliği işine halen devam etmektedir.

