

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KATI ATIKLARDAKİ PLASTİK, METAL, CAM,
SERAMİK HURDALARINDAN KOMPOZİT
ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

Müh. S.İlker İZGÜR

106428

**F.B.E Metalurji Anabilim Dalı Üretim Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı

: Prof.Dr. Zeki ÇİZMECİOĞLU

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
BİLİMLER, ENERJİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI**

Prof.Dr. A.U. AVCI

**Prof.Dr. Zeki ÇİZMECİOĞLU
İSTANBUL, 2001**

Prof.Dr. Ahmet ÜNAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Konunun Önemi	1
1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	2
2. KATI ATIKLARIN AYRI BİRİKTİRİLMESİ VE TOPLANMASI KONUSUNDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR	3
2.1 A.B.D’ deki Uygulamalar	3
2.2 Kanada’daki Uygulamalar.....	5
2.3 AB Ülkelerindeki Uygulamalar.....	5
2.3.1 Almanya’daki Dual Sistem Uygulaması (DSD)	6
2.3.2 İngiltere’deki Uygulamalar	7
2.3.3 Danimarka’daki Uygulamalar	7
2.3.4 Fransa’daki Uygulamalar	8
2.3.5 Hollanda’daki Uygulamalar	9
2.3.6 ERA (European Recovery and Recycling Association)	9
2.3.6.1 ERA Dunkerque(Fransa) Uygulaması	10
2.3.6.2 ERA Adur (İngiltere) Uygulaması.....	11
2.3.6.3 ERA Barcelona (İspanya) Uygulaması.....	12
2.3.6.4 ERA Lemsterland (Hollanda) Uygulaması.....	15
2.3.6.5 ERA Munich (Almanya) Uygulaması	16
2.3.6.6 ERA Prato (İtalya) Uygulaması.....	17
2.4 Avrupa Ülkelerindeki Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Miktarları.....	21
2.5 Geri Dönüştürülmüş Malzeme Uygulamaları	23
3. TÜRKİYE’DE GENEL ÇÖP ÖZELLİKLERİ	25
4. İSTANBUL’DA ÇÖP ÖZELLİKLERİ.....	28
5. İSTANBUL’DA ÇÖP TOPLAMA SİSTEMİNİN TANITIMI	34
6. KAYNAKTA AYIRMA SİSTEMİNİN UYGULANIŞI.....	40
6.1 Kaynakta Ayırma Sisteminin Faydaları	40
6.2 İstanbul’da Kaynakta Ayırma Sisteminin Verimliliğinin Arttırılması İçin Alınması Gerekli Önlemler.....	41
6.2.1 Eğitimin Arttırılması Açısından Alınacak Önlemler.....	41

6.2.1.1	Eğitim Materyallerinin Hazırlanması.....	41
6.2.2	Ayrı Biriktirme ve Toplama Açısından Alınacak Önlemler	42
6.3	Toplama Kaplarının Tip ve Boyutlarının Belirlenmesi.....	44
6.4	Ayrı Biriktirme ve Toplama için Uygulama Modeli.....	46
7.	MALZEME ÜRETİMİNDE KULLANILAN DENEY DÜZENEĞİ VE ÇALIŞMA PLANI	50
7.1	Malzeme Üretiminde Kullanılacak Katı Atıkların Bileşimi ve Özellikleri.....	50
7.2	Deney Düzeneği	51
8.	DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	56
8.1	Deneysel Çalışma Esnasında Karşılaşılan Problemler	56
8.2	Basma Mukavemeti	56
8.3	Sertlik	58
8.4	Yoğunluk	60
8.5	Su Absorbsiyonu	61
8.6	Elektrik İzolasyon Rezistansı	62
8.7	Talaş Kaldırma ile İşlenebilme Kabiliyeti.....	63
8.8	Tarama Elektron Mikroskobu(SEM) İncelemesi	64
9.	EKONOMİK DEĞERLENDİRME	66
10.	SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	71
KAYNAKLAR.....		73
ÖZGEÇMİŞ		75

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1	İstanbul'un Katı Atık Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi(İSTAÇ).....	31
Şekil 5.1	Aktarma istasyonlarındaki presleme ve aktarma sistemi(İSTAÇ)	35
Şekil 5.2	İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde, 1990-2020 yılları arasında kişi başına tahmini atık miktarları(İSTAÇ).....	37
Şekil 5.3	Düzenli depolama sahalarında depolanan katı atık miktarları(İSTAÇ)	38
Şekil 6.1	Kaynakta ayırma sisteminin akış şeması	49
Şekil 7.1	(1) Kalıbın üst ve alt tarafını kapatmakta kullanılan parça, (2) Kalıp, (3) Preslemeye yardımcı olan parça	51
Şekil 7.2	(1) Fırın, (2) Fe-Const termokupl	51
Şekil 7.3	Kumanda sistemi ve presleme işleminin yapıldığı basma cihazının yakından görünümü, (1) Fırın, (2) Sıcaklık kumanda sistemi.....	52
Şekil 7.4	Kalıbın fırına yerleştirilmiş durumdaki görünümü, (1) Fırın, (2) Kalıp.....	53
Şekil 7.5	Presleme işleminin yapıldığı basma cihazının uzaktan görünümü.....	53
Şekil 8.1	Numunelerin basma mukavemeti değerleri	58
Şekil 8.2	Sertlik değerinin grafikte gösterimi	60
Şekil 8.3	Malzemelerin yoğunluk değerlerinin grafik üzerinde görünümü.....	61
Şekil 8.4	SEM mikroskobunda 50 büyütme ile elde edilen görüntü, (1) Plastik, (2) Cam, (3) Seramik, (4) Metal	64
Şekil 8.5	SEM mikroskobunda 100 büyütme ile elde edilen görüntü, (1) Plastik, (2) Cam, (3) Seramik, (4) Metal.....	64
Şekil 8.6	SEM mikroskobunda 350 büyütme ile elde edilen görüntü, (1) Plastik, (2) Cam, (3) Seramik, (4) Metal.....	65
Şekil 9.1	Boyut küçültme işleminin gerçekleştirileceği granülatörün görünüşü	66

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Fransa'da uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA,1993)	11
Çizelge 2.2	İngiltere'de uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993).....	12
Çizelge 2.3	İspanya'da uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993).....	13
Çizelge 2.4	Hollanda'da uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)	15
Çizelge 2.5	Almanya'da uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)	16
Çizelge 2.6	İtalya'da (Prato) uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993).....	17
Çizelge 2.7	İtalya'da geri dönüşüm oranları(Mecit, 1992).....	18
Çizelge 2.8	1988 yılında İtalya'da geri kazanılan ürünler(Mecit, 1992).....	20
Çizelge 2.9	Avrupa ülkelerindeki ambalaj atıklarındaki cam geri dönüşüm miktarları (ERRA, 1999).....	21
Çizelge 2.10	Avrupa ülkelerindeki ambalaj atıklarındaki plastik geri dönüşüm miktarları (ERRA, 1999).....	22
Çizelge 2.11	Avrupa ülkelerindeki ambalaj atıklarındaki metal geri dönüşüm miktarları (ERRA, 1999).....	23
Çizelge 3.1	Yerleşim Alanlarının Büyüklüğüne Göre Çöp Bileşenlerinin Dağılım Değerleri(%) (Toköz v.d, 1996)	26
Çizelge 4.1	İstanbul İçin Tahmin Edilen Nüfus Değişimleri(Toköz v.d, 1996).....	29
Çizelge 3.10	Kişi Başına Düşen Tahmini Atık Miktarları (1990-2020).....	30
Çizelge 4.3	İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Katı Atık Oluşum Miktarlarının Tahmini Değerleri(Toköz v.d, 1996).....	31
Çizelge 4.4	İstanbul'un ortalama katı atık bileşimi(İSTAÇ).....	32
Çizelge 4.5	Katı atıklardaki madde gruplarının yıllara göre değişimi.....	33
Çizelge 5.1	Aktarma istasyonlarına ait genel bilgiler(İSTAÇ).....	36
Çizelge 5.2	Katı atıkların bertarafı için kullanılan teknolojiye göre 1 ton atığın yaklaşık bertaraf maliyeti aşağıdaki gibidir(İSTAÇ).....	38
Çizelge 7.1	Üretilen malzemenin bileşimi.....	50
Çizelge 7.2	Numunelerin üretim şartları.....	54
Çizelge 7.2	Numunelerin üretim şartları.....	55
Çizelge 8.1	Numunelerin basma mukavemeti değerleri.....	57
Çizelge 8.2	Numunelerin sertlik değerleri	59
Çizelge 8.3	Malzemenin ve diğer malzemelerin yoğunluk değerleri	61
Çizelge 8.4	Su absorpsiyonu karşılaştırma değerleri	62
Çizelge 8.5	Diğer malzemeler için karşılaştırmalı elektrik izolasyon rezistansı değerleri..	63

Çizelge 9.1	İşletmenin bir günde işleyeceği miktarlar	67
Çizelge 9.2	Tekrar değerlendirme ile ekonomiye kazandırılacak parasal değer	68
Çizelge 9.3	Mali portre	69
Çizelge 9.4	Bir yılda elde edilecek net karın hesaplanması	70



ÖZET

İstanbul şehrinin nüfusunun hızlı artışı, kentleşme, hayat standartlarının yükselmesi ve teknolojiadaki gelişmeler sonucu; oluşan katı atıklarda, miktar ve çeşit olarak da her geçen gün çoğalmaktadır. Aşırı tüketim ve buna bağlı çevreye duyarsız üretim sonucu katı atıkların uzaklaştırılması çok önemli bir sorun halini almıştır.

Katı atıklar için günümüzde en yaygın uzaklaştırma metotları; düzenli depolama, yakma ve kompostlaştırmadır. Düzenli depolama, genellikle küçük yerleşimlerde kullanılan ekonomik bir metottur. Bunun yanında bu yöntemin dezavantajları; geniş depolama alanlarına ihtiyaç duyulması, mevcut düzenli depolama sahalarının bir süre sonra ihtiyacı karşılayamayacak duruma gelmesi, yeni depolama sahalarının zorunlu olarak şehir merkezinden uzakta kurulması sonucu maliyetin artması ve katı atıkların geri dönüştürülebilir kısmının bu yöntemde değerlendirilememesidir. Yakma, alan ihtiyacı az, fakat oldukça pahalı ve hava kirliliğine sebep olan bir yöntemdir. Kompostlaştırma ise sadece katı atıkların organik kısmını değerlendirebilen bir yöntemdir. Böylece depolama alanına giden atık miktarı 2/3 oranında azalır ve depolama alanında ekonomi sağlar. Kaynağında ayırma sayesinde yakılacak veya düzenli depolama sahasına gidecek atık miktarında da azalma olacaktır. Bu sayede düzenli depolama sahalarının ömrü artacak, düzenli depolama alanlarına giden atık miktarı 1/5 oranında azalacak ve her sene bu sahalarda toprak altına gömülen trilyonlarca lira ekonomiye tekrar kazandırılmış olunacaktır.

Bu çalışmada, İstanbul katı atıkları bileşimindeki geri dönüştürülebilir özelliklere sahip maddeler için kaynakta ayırma ve toplama sistemi anlatılmıştır. Bu konudaki uluslar arası çalışmalar incelenerek ve İstanbul için en uygun sistem düşünülerek hazırlanan sistemde, kaynakta ayrılan katı atıkları toplamak için bir şirket kurulur ve bu şirket sokak toplayıcılarını işe alır. İşe alınan bu sokak toplayıcıları kapı kapı dolaşarak kaynakta ayrı biriktirilen plastik, cam, metal, seramik atıklarını toplarlar. Toplanan atıklardan, bir kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilecektir. Çalışmanın ikinci aşamasında kompozit malzemenin üretimini araştırmak için deneyler yapılmıştır. Deneylerde, hurdaların tane boyutu, üretim sırasında uygulanan sıcaklık, basınç ve süre parametreleri değiştirilerek, optimum üretim prosesi araştırılmıştır. Deneylerde birçok numune üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen numunelerin basma mukavemeti ve sertliği ölçülerek en iyi sonuçları veren numunenin üretim şartları optimum üretim prosesi olarak belirlenmiştir. Belirlenen optimum üretim prosesine uygun olarak birçok numune üretilmiş ve üretilen numunelerin yoğunluk, su absorpsiyonu, elektrik izolasyon direnci, talaşlı işlenebilme özelliği incelenmiştir. Sonuçta, iyi mukavemete sahip, düşük yoğunluklu, su absorpsiyonu yok denecek kadar az, elektrik izolasyon direnci çok yüksek, delinme gerilimi yüksek, kolaylıkla talaşlı işlenebilen bir kompozit malzeme elde edilmiştir.

Tezin birinci bölümünde, konunun önemi, amaç ve kapsamı açıklanmıştır.

İkinci bölümde, katı atıkların ayrı toplanması konusunda uluslararası çalışmalar ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, Türkiye'deki genel çöp özellikleri açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, İstanbul'daki çöp özellikleri verilmiştir.

Beşinci bölümde, İstanbul'da mevcut uygulanmakta olan çöp toplama sistemi anlatılmıştır.

Altıncı bölümde, kaynakta ayırma sistemi, faydaları, uygulama için alınması gerekli önlemler ve İstanbul için uygulama modeli teklif edilmiştir.

Yedinci bölümde, malzeme üretiminde kullanılan deney düzeneği ve çalışma planı anlatılmıştır.

Sekizinci bölümde, deneysel çalışma sonuçları ve bu sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

Dokuzuncu bölümde, ekonomik değerlendirme yapılmıştır.

Onuncu ve son bölümde, sonuçlar sunulmuş ve değerlendirme yapılmıştır.

ABSTRACT

The variety and quantity of solid wastes in Istanbul are rapidly increasing due to quick population growth, technological developments, better life standards and urbanization. As a result of this the natural sources are being polluted and the raw materials are quickly reduced. Removing the solid wastes is becoming a more important problem everyday, because of high consumption and insensitive production against environment.

There are some methods developed for removing the solid wastes. Nowadays the most popular removing methods are; Systematic Storage, Burning and Composting. Systematic Storage is an economical method usually used in small settlements. However; the need of wide storage areas, becoming the present storage areas to be insufficient in a short time, increasing of the cost because of building the new storage areas out of the city center as a compulsory and finally not being able to evaluate the recycling materials in whole solid wastes are the disadvantages of this method. Burning needs less storage areas but is amore expensive method than systematic storage. In addition it causes air pollution. Composting is a method, which only evaluates the organic parts of the solid wastes. Thus the, quantity of wastes that will send to storage areas decrease proportion 2/3 and this will supply cost advantages. To separate the wastes in the origin before mixing, also lessens the quantity, which will send to storage areas or the quantity to be burned. And also by this way the usage of areas increase and the billions of TL will be returned to the Turkish Economy.

In this study separation and collection systems in origin has been explained for the materials, which have recoverable characteristics in whole Istanbul solid waste composition. Besides a composite material has been produced with this kind of collected recoverable material. After that; the density, hardness, pressure resistance, water absorption and etc. characteristics has been inspected, to test the possibility of industrial usage of this product.

On the first section of the study; the importance, the target, and the contents of the subject has been explained.

On the second section; the international studies on separately collecting of wastes has been examined.

On the third section; the general waste characteristics in Turkey has been explained.

On the fourth section; the waste characteristics in Istanbul has been explained.

On the fifth section; the present waste collection systems in Istanbul has been explained.

On the sixth section; separation system in origin and its profits, the necessary precautions has to be taken for the application and the suitable model for Istanbul has been explained.

On the seventh section; the experiment mechanism that used in material production and its working system has been shown.

On the eighth section; the result of the experimental study has been explained.

On the ninth section; economical cost analysis has been made.

And finally on the tenth and the last section; the results and proposals has been stated.

1. GİRİŞ

1.1 Konunun Önemi

Katı atıklar, “sahibinin istemediği ve uzaklaştırmak istediği her türlü katı madde” veya “konutlardan atılan, tehlikeli ve zararlı atık kavramına girmeyen, bahçe, park ve piknik alanları gibi yerlerden gelen katı atıklar veya evsel katı atıklar)” veya “üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması açısından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler” şeklinde tanımlanır.

Ev, okul, işyeri büro v.b. yerlerde ortaya çıkan ve geri kazanılabilirliği olan atıkların, kaynağında ayrı torba veya kaplarla düzenli ve temiz bir şekilde biriktirilmesi ve toplanması, bu atıkların yüksek verimle ve en ekonomik bir biçimde geri kazanılmasına yardımcı olacaktır. Bilhassa, bu hususta toplumun katılımını sağlayacak eğitim faaliyetlerinin artırılarak sürdürülmesi sonucunda elde edilecek başarı, etrafımızda çöp dağlarının oluşumunu engelleyeceği gibi aynı zamanda ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacaktır.

Günümüzde katı atıkların sağlıklı ve ekonomik bir şekilde uzaklaştırılması konusu, geçmiş yıllara nazaran çok daha önemli bir boyut kazanmıştır. Hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve kentleşme sonucu, gerek miktar bakımından hızla artan, gerekse içerdiği türler bakımından büyük çeşitlilik gösteren katı atıklar önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Katı atık miktar ve türlerindeki bu artış, bir yandan bertarafı konusunda birçok sorunu beraberinde getirmekte, diğer yandan da doğal kaynakların hızla ve sorumsuzca tüketilmesi sonucunu getirmektedir. Günümüzde ve gelecekte insanların faydalanacağı hammadde ve enerji kaynaklarının israf derecesine ve bilinçsizce tüketilmesine, sınırlı miktardaki doğal kaynaklar yetmeyecektir. Bu durumda, katı atıkların değerlendirilerek, birer ekonomik kaynak haline getirilmeleri bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

Katı atıkların bertarafı günümüzde, düzenli depolama, yakma, kompostlaştırma, geri kazanma gibi teknolojilerin birinin yada birkaçının birlikte uygulanması suretiyle gerçekleştirilmektedir.

Düzenli depolama, katı atıkların uzaklaştırılmasında dünyada en çok kullanılan ve diğer metotlara nazaran daha ekonomik bir yöntemdir. Bununla beraber büyük bir alana yayılmış ve hızlı büyüyen kentlerde yeterli kapasitede uygun depo sahası bulmak kolay olmamaktadır. Hızlı ve düzensiz bir yapılaşma olduğundan, katı atık düzenli depolama yerlerinin şehirlere çok uzak mesafede seçilmesi ise taşımayı pahalı kılmaktadır. Bu yüzden düzenli depolama

alanlarının ömrünü arttırmak ve buralara gelecek katı atık miktarını azaltmak için bir plan dahilinde alternatif uzaklaştırma yöntemlerinin de düşünülmesi gerekmektedir.

Yakma işlemi, özellikle zengin ülkelerde giderek yaygınlaşan katı atık bertaraf metotlarından biridir. Ancak, hala oldukça pahalı bir yöntemdir. Katı atıkların kalorifik değerinin yakma için uygun olmaması halinde ilave yakıt gerekmekte, bu da ilave maliyetlere yol açmaktadır. Ayrıca yakma neticesinde oluşacak hava kirliliği, gelişmiş baca gazı arıtma teknolojileri kullanılmadığı takdirde çevreyi de olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Kompostlaştırma işlemi, organik atıkların (özellikle yiyecek artıkları ve bitki artıkları) gübre yapılarak değerlendirilmesidir. Organik atıklar nem, hava ve sıcaklık etkenlerine bağlı olarak çözülmeye başlar. Bu çürüme sonucunda elde edilen gübre, tarım yapılan toprağı zenginleştirmek için kullanılır.

Evsel nitelikli çöp kaynaklarından ev, büro, işyeri v.b gibi yaşam faaliyetlerinin olduğu yerlerde ortaya çıkan çöplerin daha kaynağında iken ayrı toplanması, ayrılan çöplerin en uygun en ekonomik yöntemle bertarafı, tekrar kullanımı veya geri kazanımı bakımından son derece önemlidir. Çöplerin kaynakta ayrı toplanması dışında, toplama sırasında veya çöp işleme tesislerine getirildikten sonra olmak üzere, iki ayırma şekli daha vardır. Bu işlemlerden en tercih edileni kaynakta ayırma işlemidir. Ancak A.B.D, Almanya gibi ülkelerde dahi bu uygulamanın daha çok idarenin sürekli destek ve teşvikiyle olduğu, bunun yanında daha çok tek katlı meskenlerin yaygın olduğu bölgelerde uygulanmaya çalışıldığı görülmüştür. Bu uygulamada başarıya etki edecek diğer faktörler, o yörede yaşayan insanların sosyo-ekonomik ve eğitim seviyesi ile uygulamaya katılımdaki isteklilikleridir. Kaynakta ayırma diğer ayırma yöntemlerine göre çevre kirlenmesine en az etki eden yöntemdir.

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

İstanbul'da günde 9400 ton, yılda 3.431.000 ton katı atık üretildiği belirlenmiştir. Bu çalışma İstanbul'da oluşan evsel nitelikli katı atıklardan geri dönüştürülebilen kısmının kaynakta ayırma yöntemiyle ayrı toplanmasını ve toplanan bu atıklardan yeni bir malzeme üretimini amaçlamıştır. Geri dönüştürülebilir katı atıklar toplandıktan sonra boyut küçültme işlemlerinden geçirilmiş, bu malzemelerin karışımı için uygun bir üretim yöntemi düşünülmüş ve son aşamada malzeme üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen malzemenin özellikleri tespit edilmiş ve bir kullanım alanı belirlenmesine çalışılmıştır.

2. KATI ATIKLARIN AYRI BİRİKTİRİLMESİ VE TOPLANMASI KONUSUNDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

Herhangi bir projede evlerde ayırmanın derecesi, ayırma yeteneği ve özellikle halkın motivasyonunun bir fonksiyonudur.

2.1 A.B.D' deki Uygulamalar

Geri kazanım amacına yönelik 4 tip toplama sisteminin yaygınlık kazandığı görülmektedir. Bu toplama sistemlerinde ulaşılan geri kazanım oranları ve sistemlerin belirleyici özelliklerini A.B.D. örneği kapsamında aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

a-)Kaldırımdan Toplama Sistemi(Curbside)

Geri kazanılabilecek materyaller için bir veya daha çok sayıda toplama kabı kaldırımlara yerleştirilerek toplama işlemi gerçekleştirilir. Rutgers Üniversitesi Plastik Geri Kazanım Araştırma Merkezi (CORR)'nin uyguladığı özel programla bu yöntem sayesinde evsel çöplerden %70-90 oranında geri kazanılabilecek malzeme toplanmıştır. Benzeri çalışma Cincinatti ve Rhode Island'da yapılmış ve %65 oranında toplama sağlanmıştır. Bugün için en başarılı geri kazanım programı olarak kaldırımdan toplama yöntemi görülmektedir (ÇEVKO, 1991).

b-)Satın Alma Merkezli Toplama Yöntemi(Buy-Back)

Bu program doğrudan doğruya tüketiciye yöneliktir. A.B.D' de 10-15 eyalette toplam olarak 10000'den fazla toplama merkezi kurularak, özellikle alkolsüz içecek ambalajları bu merkezlerde toplatılmıştır. Bu yöntemin geri kazanım oranı %15-20 civarındadır (ÇEVKO, 1991).

c-)Gönüllü Geri Getirtme Yöntemi(Drop-Off)

Özellikle gönüllülerin çalışmaları ile oluşturulan sistemdir. CPRR' nin tahminlerine göre bu yöntemin başarısı %10 civarındadır (ÇEVKO, 1991).

d-)Depozito

A.B.D' de geri dönüşsüz ambalajlara zorunlu depozito uygulanmasına ilk defa 1972 yılında başlanmıştır. Bu uygulama halen 50 eyaletten yalnızca 9'unda sürmektedir. En son zorunlu depozito uygulaması 1983 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Son yıllarda bu yöntemin görsel kirlilik ve geri kazanım açısından diğer yöntemlere kıyasla başarılı olmadığı gözlemlendiğinden

önemi azalmıştır.

A.B.D’ de zorunlu depozito uygulaması yapılan bölgelerde:

- Depozito uygulaması, geri kazanım ve geri dönüşüm için bir ekonomik baz oluşturmadiğundan, çevre korumanın ana hedefini teşkil etmesi gereken konuların çözümünde yararlı olmamıştır.
- Katı atıkların düzenli depolanması ile ilgili göstergelerde, zorunlu depozito uygulanan bölgelerde belirgin bir düşüş gözlenememiştir.
- Ekonomik olmayan geri taşıma, depolama ve idari masrafların ürün fiyatlarına yansıtılmasından kaynaklanan ürün satış fiyatı artışları olmuştur. Bunun sonucunda ürün satışlarında azalmalar gözlenmiştir.
- Tüketicilerin serbest seçimi olumsuz etkilenmiş ve piyasada marka çeşidi azalmıştır. Depozitonun geri alınması için tüketicilere uzun süreli ara depolama külfeti getirilmiştir. Geri dönen bu tür kapların yiyecek satan dükkanlarda uzun süre depolanması sağlık açısından sorunlar yaratmıştır (ÇEVKO, 1991).

“US FOOD AND DRUG Administration, FDA” özel olarak PVC’ye atıf yapılan, federal boyutlardaki FDA teklifi, PVC’nin gıda maddeleriyle temas halinde kullanımı ile ilgili. Bu kapsamda, evsel katı atıklardaki PVC için, bir de çevresel atık değerlendirilmesi çalışması öneriliyor. FDA ayrıca, ftalat türü plastik üreticileri PVC ile kullanımını denetimi üzerinde çalışmalar yapıyor (Başar v.d, 1998).

ABD kongresi; ilk üretim malzeme için bir vergi konulması düşünülüyor. Ancak henüz bir teklif taslağı hazırlanmış değil.

New York Eyaleti; Yeni bir kanun teklifi 1991’den sonra PVC’nin paketlenme malzemesi olarak kullanılmasını yasaklıyor. Ancak, PVC’ye alternatif bulunmayan durumlarda ve halen piyasada mevcut PVC paketlenme malzemesi içeren ürünler bu teklifin kapsamı dışında bırakılıyor. Eyaletin katı atıklara çözüm komitesinin eyaletteki tüm PVC kullanımını tehdit edeceğini, bunun da teklifin tam anlaşılabilir olmamasından kaynaklandığını belirtmesine rağmen, teklif eyalet senatosunun çevre korunması komitesince benimsenmiş gözüküyor. Eyalet senatosunca da benimsenip benimsenmeyeceği merak konusu (Başar v.d, 1998).

Wisconsin Eyaleti; PVC’den mamul yiyecek ve içecek kaplarının yasaklanmasıyla ilgili bir kanun teklifi eyalet valisince veto edildi. Vali ayrıca, “kullan-at” türü paketlenme malzemesi için önerilen “kullan-at” vergisini de veto kapsamına aldı (Başar v.d, 1998).

Massachusetts; Sadece plastiklerin yeniden kullanımını içeren hükümler getirildi. Örneğin 1996 yılına kadar tüm paketlenme malzemesinin %36’sının yeniden kullanılması ve yeniden kullanımın en az beş kez olması öneriliyor. PVC’ye özel hükümler yok (Başar v.d, 1998).

Suffolk Country, New York; PVC ve başka bazı maddelerin kullanımının yasaklanmasını öneren bir teklif Mart 1990'da reddedildi (Başar v.d, 1998).

2.2 Kanada'daki Uygulamalar

Kanada'da birçok grup geri dönüştürülebilir malzemelerin toplanması için gerekli altyapıyı oluşturmaya çalışmaktadır. Aynı zamanda, toplama çalışmalarında, Kanada Çevre ve Plastik Enstitüsü, Ontario Çevre Bakanlığı ile işbirliği yapmaktadır. Çöp sahalarında ayırma çalışmaları, YYPE'den imal edilen süt şişelerine depozito uygulaması, süpermarketlerin önünde naylon torbaları atmak için koyulmuş kaplar v.b. uygulamalar yoğun olarak devam etmektedir (Toröz v.d, 1996).

2.3 AB Ülkelerindeki Uygulamalar

Avrupa Birliği kapsamındaki ülkelerde 1992'de ambalajlama ve ambalaj atıkları konusunda bir konsey direktifinin yürürlüğe konması planlanmıştır.

Bu direktifin amacı; AB ülkeleri için bir ambalajlama ve ambalaj atığı kontrol programı oluşturmak ve bu atıkların çevreye verdikleri etkinin en aza indirilmesi ve hammadde ile enerji kullanımının azaltılması için bir çerçeve sağlamaktır. Bu direktif, AB'de piyasaya sürülen tüm ambalajları ve endüstri, ticaret, büro, dükkan, hizmet, konut ayrımı yapılmadan ortaya çıkan ambalaj atıklarını kapsamaktadır (ÇEVKO, 1991).

Direktifte, üye ülkelerin ambalaj ve ambalaj atıkları konusunda getirecekleri düzenlemelerin aşağıdaki kriterlere uyması öngörülmüştür.

- Düzenlemeler tüm ambalajları ve ambalaj malzemelerini kapsayan genel bir politikaya uygun olacaktır.
- Düzenlemeler herhangi bir özel ambalaja veya ambalaj malzemesine veya mamul grubuna ayrıcalık göstermemelidir.
- Ön görülen amaç ile getirilen düzenleme arasında açık bir bağıntı bulunmalıdır. Yapılan düzenlemelerin etkinliği izlenerek tespit edilmelidir.
- Düzenlemeler, ulaşılması istenilen hedeflere uygun olmalıdır.
- Aynı etkiyi yaratacak alternatif düzenlemeler arasındaki tercih, piyasaya, üreticilere ve tüketicilere en az kısıtlamayı getirecek şekilde yapılmalıdır.
- Düzenlemeler, topluluğun özellikle sağlık ve emniyet konularındaki anlaşmalarını, kullanılan malzemelerin ve teçhizatın teknik özelliklerini, sınai ve ticari mülkiyet haklarını dikkate almalıdır.
- Yapılacak düzenlemelerin uygulaması, kamu idareleri, üreticiler, tüketiciler ve ilgili sektörleri kapsamına almalı ve bunlar arasında bir fark gözetmeksizin sağlanmalıdır.
- Üye ülkeler, ambalajlamanın ve ambalajlı mamullerin serbest rekabetini, pazarlamasını engelleyecek veya rekabet dengesini bozacak düzenlemeler getirmezler. Bu direktif

hükümlerine uyan mamuller tüm üye ülkelerce kabul edilmelidir.

Bu direktiften önce de, AB ülkelerinde ambalaj atıkları için getirilmiş olan düzenlemelerin uygulanabilirliğinin ekonomik ve gerçekçi bir temelde sağlanabilmesi amacıyla, çeşitli çalışmalar başlatılmıştır.

2.3.1 Almanya'daki Dual Sistem Uygulaması (DSD)

Almanya'da başlangıçta getirilen depozito sistemine alternatif olarak kurulan ve "Dual Sistem Deutschlands(DSD)"ın amacı, atıkların toplanması, taşınması ve değerlendirilmesi için çözüm aramak ve tüketicileri motive etmektir. Özellikle değerli madde olarak görülen ambalaj atıklarının geri toplanması ve geri kazanılıp hammadde olarak kullanılması hedef seçilmiştir. Bu nedenle de Almanya'da Dual Sistem GmbH adıyla bir şirket kurulmuştur. DSD, üretici, dolumcu ve dağıtıcıyı ambalaj atıklarını belediye sistemlerinden ayrı bir toplama ve değerlendirme sistemi oluşturmaya zorlamaktadır. Şimdilik büro bazında çalışmalarını sürdürmekte olan bu şirket, zamanla ilgili tüm sanayi ve ticaret kesimini kapsamına almayı ve aşağıdaki hususların gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır:

- Belediyelerin yanı sıra, değerli atıkların geri toplanması (cam, plastik, kağıt, karton, tekstil, akü, bilgisayar, buzdolabı, beyaz eşya v.s) veya mevcut sisteme entegre olarak toplatılması ve değerlendirilmesi.
- Bunun içinde gerekli olan tüm altyapının kurulması, toplanan atıkların satışı, geri toplanmasının belgelendirilmesi, yıllara göre değişen kota oranlarının tutturulması ve beyanını sağlamaktır (ÇEVKO, 1991).

Dual Sistemin belediye sistemleri ile entegre olmaması halinde, belediyelere sadece değersiz çöpleri toplamak kalacaktır. Bu durum, belediye ile Dual Sistem GmbH arasında uzlaşma gerekliliğini ortaya koymaktadır (ÇEVKO, 1991).

DSD konteynerlerinde "plastik, metal, tetrapak" toplanmaktadır. Bu konteynerlere cam ve kağıtların atılması yasaktır. Her ambalajlı üretimde, ambalajın üzerine "yeşil nokta" işareti konulmaktadır. Her nokta için, her üretim ve satış kademesinde ödeme yapılacaktır. Bu da sonuçta toplama ve ayıklama için gerekli kaynakların oluşmasını sağlayacaktır (ÇEVKO, 1991).

Bugüne kadar Almanya'da uygulanan "Dual Sistem" mevcut toplama ve değerlendirme sistemleri üzerine bina edilmekte olup, bu toplama sistemlerine sadece ayırma tesislerinin ilave edilmesi düşünülmektedir. 1993 yılından itibaren biyoçöpün(yaş çöpün) ayrı toplanarak

bu sistem kapsamına alınması planlanmaktadır (ÇEVKO, 1991).

Dual Sistem uygulanırken büyük şehirler, orta şehirler ve küçük şehirler, kırsal kesimler örnek uygulama olarak seçilmiştir. Kentlerde her ev için bir adet değerli çöp bidonu (sarı bidon) ve 500 kişi için de cam, kağıt ayrı toplamak için “Depotkonteyner”i öngörülmüştür (ÇEVKO, 1991).

Almanya’da halkın %58’i Dual Sistemi olumlu bulmakta, %37’si doğru yolda atılmış adım olarak görmekte, %6,8’i de reddetmektedir. DSD’nin başarılı olması, ambalaj ve ambalaj hammaddesi üreticisinin, dolumcunun, dağıtıcının ve tüketicinin ambalaj atıklarının toplanmasına ve değerlendirilmesine optimal bir şekilde katılmalarına bağlıdır (ÇEVKO, 1991).

2.3.2 İngiltere’deki Uygulamalar

İngiltere’de 1992 yılı Mart ayıyla yayımlanan “Integrated Solid Waste Management Business Plan” (Birleşik Katı Atık Yönetimi İş Planı) ile 2000 yılına kadar, evsel atıkların geri dönüştürülebilir bölümünün %50’sinin geri dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Bu iş planı, evsel atıkların tamamını kapsamaktadır (Toköz v.d, 1996).

İngiliz Hükümeti “kirleten öder” ilkesinden hareketle, sanayici ve perakendeci tüccara ambalaj atıklarında sorumluluk almayı zorunlu kılmıştır (Toköz v.d, 1996).

İngiliz Plastik Federasyonu tarafından yayınlanan bir rapora göre, İngiltere’de en yaygın geri dönüştürülen plastik PE’dir. Yılda yaklaşık olarak 600.000 ton kullanılmış film ve sera örtüsü geri dönüştürülmektedir. Bu malzemeler, “geri dönüşüm şehirleri” projesi altında çalışan Sheffield, Cardis, Dundee ve Devon’daki fabrikalarda kullanılmaktadır. Bazı fabrikalar PE film, bazıları marketler için naylon poşet imal etmektedir. Haftada yaklaşık 10 milyon adet geri dönüştürülmüş malzeme içeren naylon torbanın süpermarketlere verildiği tahmin edilmektedir. Geri dönüştürülmüş YYPE boru, inşaat malzemeleri, endüstriyel plastik tabakalar, otayol ve kaldırım kalıpları imalatında kullanılmaktadır (İnci ve Şimşek, 1995).

2.3.3 Danimarka’daki Uygulamalar

Danimarka, hava kirliliğine sahip olduğu için, atıkların çöp yakma yöntemi ile bertaraf edilmesini “Çevre Koruma Yasası”nın hükümlerine tabi tutmuştur. Atıkların azaltılması ve bertaraf edilmesinde tercih edilen yöntemler aşağıdaki sıralamaya göre seçilmektedir:

- Temiz teknoloji kullanımı,
- Geri kazanım,
- Yakma,
- Depolama.

Temiz teknoloji kullanımının ve geri kazanımının özendirilmesi için destek programları yapılmış ve uygulanmaya sokulmuştur. Ayrıca, tüm alkolsüz içecek ve biralara geri kazanılabilir kaplarda satılması zorunlu hale getirilmiştir. Geri kazanılmış olan ürünlerin pazarlanması da destekleme programının bir parçası haline getirilmiştir (İnci ve Şimşek, 1995).

2.3.4 Fransa'daki Uygulamalar

Geri kazanma, Fransa gündeminde birçok ülkeden daha önce girmiş bir kavramdır. 1975 yılında yayımlanan atıkların bertarafına ve geri kazanımına ilişkin kanun atığı tanımlamakta ve atıkların bertarafına ve geri kazanımına ilişkin yükümlülükler getirmektedir.

“Bertaraf” ile toplama, nakletme, depolama, enerji veya yeniden kullanım amacıyla geri kazanım yöntemleri topyekün kapsamaktadır. Kanunun beşinci kısmında, geri kazanım ile ilgili düzenlemeler bulunmaktadır. Bu bölümdeki hükümlere göre, atıkların bertarafı, malzemelerin geri kazanımını veya yeniden kullanılabilir enerji şekillerini kolaylaştırmayı sağlamalıdır.

Bu kanunun ambalajların kullanımı ile ortaya çıkan atıklar için uygulamalarını içeren kararname de 1993 yılı başında yürürlüğe girmiştir. Bu kararname, evsel nitelikli bütün ambalajları kapsamaktadır. Kararname, izinli kılınmış bir işletme veya bir organizasyona yükümlülük verilebileceğini karara bağlamaktadır. Üretici ve ithalatçıların da, yükümlülüklerini yerine getirebilmeleri için, bu kuruluşlara başvurabilecekleri de hükme bağlanmıştır. Bu iki grup, aralarında yaptıkları sözleşmede, söz konusu ambalajların kimliklerinin belirlenmesi, yıllık olarak öngörülen atık hacmi ve bu organizasyona ödenecek katkılar yer alır.

Bu organizasyon yada kuruluş, ambalaj atıklarının değerlendirilmesi ve geri kazanımı konusunda elde etmiş olduğu sonuçları, bir faaliyet raporu ile her yıl Çevre ve Sanayi Bakanlıklarına bildirir. İzin başvurusunda taahhüt etmiş oldukları hedeflere ulaşamamaları halinde, bir ihtar gönderilir ve ardından izinleri iptal edilir (İnci ve Şimşek, 1995).

2.3.5 Hollanda'daki Uygulamalar

Hollanda'da bazı atık kategorilerinde, yeniden işleme oranları çok yüksektir. Örneğin, 1985 yılında, tüketilen kağıdın %50'si, demir ve çeliğin %60'ı, alüminyumun %54'ü geri dönmüştür. Camında yeniden kullanım oranı yüksektir. Yakma yöntemi ile bu rakamlar aşağılara çekilebileceği gibi, geri kazanmanın henüz yeni başlama seviyelerinde olduğu plastik gibi malzemelerde, geri kazanım çabalarının tamamen durmasına da yol açabilir.

Hollanda Hükümeti'nin yürürlükte bulunan "Atık Yönetimi" programında, kaynağında azaltma ve yeniden kullanma yöntemleriyle evsel katı atıkların, %63 azaltılması öngörülmüyor (İnci ve Şimşek, 1995).

2.3.6 ERRA (European Recovery and Recycling Association)

AB ülkelerinde kurulan ERRA (European Recovery and Recycling Association, 1988) ve IVR (Istituto per la Valorizzazione e Riciclo Materiali, 1988) gibi kurumlar üretici kesimde atıkların bertarafı, az atık oluşturma ve atıkları geri toplama ve değerlendirmesine yönelik çalışmalar yapmaktadırlar. Bu amaçla ERRA, Avrupa'da çok sayıda model uygulama gerçekleştirmektedir.

ERRA, Brüksel'de kurulmuş ve amacı, evsel çöp ve katı atık idaresinin daha iyi anlaşılması için destekte bulunmak ve değişik şartlar altında bertaraf işlemlerini hızlandırmak için çalışmalar yürüten ve kar amacı gütmeyen, uluslar arası bir kuruluştur.

ERRA, değişik yaşam bölgelerinde merkezi ve yerel yönetimler ve özel kurum ve kuruluşlar ile işbirliği yaparak, geri kazanım için planlar üretir ve model projeler uygular. Aynı zamanda, geri kazanım için Pazar olanaklarının geliştirilmesi yönünde de çalışmaktadır.

ERRA, ambalaj atıkları sorununa, tüketici aşamasından sonra, ayırma ve değerlendirme aşamasından önce girmektedir. Olaylara, "know-how", mali destek, uzman, bilgi destekleri ile katılmaktadır. Elde edilen tüm veriler merkezde toplanıp, daha sonra ilgili yerlere dağıtılmaktadır (ÇEVKO, 1991).

ERRA' nın uyguladığı projelerde dikkate aldığı kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Yerel yönetimler model uygulamalara tüm mevcut olanakları ile katılmalıdır,
- Proje tüm geri kazanılabilir maddeleri kapsamalıdır,
- Aday yörenin geri kazanım/dönüşüm tecrübesi ve geleceğe yönelik geri kazanım/dönüşüm planları olmalıdır,
- Proje ERRA programı ile uyum içinde olmalıdır,
- Değişik yaşam şartlarını, tüketici alışkanlıklarını, yasal uygulamaları ve atık yönetim

- altyapısını temsil eden yerlere uyum sağlayabilmelidir,
- Ulusal, bölgesel veya yerel seviyede uygulanabilir olmalıdır,
- Sürekliliği sağlayabilmek için maddi destekler sağlanmalıdır.

Yukarıda verilen kriterler çerçevesinde ERRA tarafından değişik AB ülkelerinde uygulanan model projelerden bazıları aşağıda özetlenmiştir (ÇEVKO, 1991).

2.3.6.1 ERRA Dunkerque(Fransa) Uygulaması

Burada %51 belediye, %49 özel sektör katılımı ile TRISELEC adında bir şirket kurulmuştur. Dunkerque’de 25.000 ev ve 75.000 kişiye yönelik bir proje uygulanmaktadır. Bölgeye yerleştirilmiş olan 32.000 adet “mavi bidon” (blue bin) ile haftada bir toplama yapılmaktadır. İlanlar yolu ile halka bu bidonları nasıl kullanacakları anlatılmıştır. Bu bölgede toplanan atıklar, 14 kişinin çalıştığı elle ayırma tesislerinde cinslerine göre ayrılmaktadır. Preslenip, balyalanan malzemeleri, bunları değerlendiren firmalar gelip satın almaktadır (ÇEVKO, 1991).

Buradaki ayrımın maliyeti 430 FF/ton’dur. Belediye ton başına sübvansiyon olarak 130 FF ödeme yapmaktadır. Satışlardan ise 200 FF/ton’luk bir gelir elde edilmektedir. Aradaki 100 FF’lik fark, yeterince malzeme toplanamadığı için çıkmakta ve halen belediye tarafından sübvansiyon edilmektedir. Alternatif uygulama olan yakma işlemi belediyeye ton başına 500 FF’ye mal olduğu için bu sübvansiyon uygulaması belediye için de karlı olmaktadır. Tesis halen 10.000 ton/yıl toplama yapmaktadır. Bu kapasite 16.000 ton/yıl’a ulaştığında sübvansiyona gerek kalmayacaktır. Bu tesiste elde edilen PET, cips haline getirilerek 1,375 FF/ton bedelle satılmaktadır (ÇEVKO, 1991).

Çizelge 2.1 Fransa’da (Dunkerque) uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)

Proje Ana Hatları	Dunkerque’de karışık geri kazanılabilir maddelerin toplanması, ayrı tekerlekli konteynerlerde yapılmaktadır. Geri kalan atık çöp başka bir tekerlekli çöp tenekesinde toplanmaktadır.
Başlama Tarihi	Aralık 1989
Proje Kapsamı	40.000 üretici
Katılım Oranı	%90 (tahmini)
Yapı Tipi	Şehrin kenar semtlerinde birkaç katlı evler
Toplanan Malzemeler	Kağıt Cam Plastik Metal
Toplama Metodu	Mavi tekerlekli konteynerler (120 litre) kaldırım kenarına yerleştirilmiştir. Bu kaplar, mevcut çöp araçlarıyla, düşük sıkıştırma basıncı uygulayarak haftada bir toplanır. Geri kazanılan maddeler, Malzeme Geri Kazanma Tesisi’ne gönderilmekte ve burada sınıflandırılmaktadır.
Toplanan Miktar	234 kg/üretici-yıl
Toplam Atık Üretimi	870 kg/üretici-yıl

2.3.6.2 ERRA Adur (İngiltere) Uygulaması

Burada tek evlerden oluşan bir alanda özel bir sistem uygulanmaktadır. 25.000 ev ve burada yaşayan 75.000 kişi proje kapsamına alınmıştır. Her eve “mavi kutu”lar /blue-box) dağıtılmıştır. Bu kapların üzerinde her evin adresi ve isim yazılıdır. Kaplara yanlış malzeme bırakan kişiler uyarılmaktadır. Özel dizaynı 2 kamyon ile her gün toplama yapılmaktadır. Kaplardan doğrudan kamyonu yükleme yapılırken ayırma işlemi uygulanmaktadır. Her malzeme için kamyon üzerinde ayrı bölüm mevcuttur. Daha sonra tekrar bir ayırma işlemi sınıflandırma tesisinde yapılmaktadır. Proje, belediye tarafından yürütülmektedir. Ayırma tesisi de belediye tarafından finanse edilmiş, az maliyetli basit ve pratik bir bant sistemidir (ÇEVKO, 1991)

Çizelge 2.2 İngiltere’de (Adur) uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)

Proje Ana Hatları	Tipik “Mavi Kutu” projesi. Geri kazanılabilen maddeler kaldırım kenarlarındaki mavi kutu konteynerlerinde ayrı olarak toplanmaktadır. Bu maddeleri toplamak için, çok bölmeli özel araçlar kullanılmaktadır. Hanehalkı için ev yakınındaki drop-off merkezleri “Mavi Kutu” projesi kapsamında değildir. Atık çöpler, normal çöp araçlarıyla haftada bir toplanmaktadır.
Başlama Tarihi	Mayıs 1991
Proje Kapsamı	26.000 hanehalkı (19.500 hanehalkı “Mavi Kutu” projesi kapsamındadır, 6500 hanehalkı ise drop-off sistemini uygulamaktadır.)
Katılım Oranı	%75 (“Mavi Kutu” projesi kapsamındaki hanehalkı arasında)
Yapı Tipi	Şehrin kenar semtlerinde birkaç katlı evler
Toplanan Malzemeler	Gazete ve kağıt Cam 3 renk Plastik Metal kutular (Fe, Al)
Toplama Metodu	Mavi kutu konteynerleri (44 litre) dolduğunda hanehalkı tarafından kaldırım kenarına yerleştirilir. Bu konteynerler, haftada bir çok bölmeli özel araçlarla toplanır. Konteyner, işçi tarafından araca boşaltılırken 5 kategoride sınıflandırılır (yeşil cam, kahverengi cam, temiz cam, kağıt ve plastik/metal kutular) Atık çöpler normal çöp araçlarıyla haftada bir toplanır.
Toplanan Miktar	129 kg/üretici-yıl
Toplam Atık Üretimi	460 kg/üretici-yıl

2.3.6.3 ERRA Barcelona (İspanya) Uygulaması

1 km²’lik Sagrada Familia semtinde uygulanan “Barcelona Model Projesi” 75.000 nüfusu kapsamaktadır. Bölgede 27.000 konut ve 2.300 işyeri bulunmaktadır. Bölgede çok katlı apartman blokları mevcuttur. Her bloğun köşesine iki yeşil konteyner ve bir adet mavi konteyner yerleştirilmiştir. Kentin mimarisi bu çözüm için çok uygundur. Mavi konteynerlere

geri kazanılabilir atıklar, yeşil konteynerlere genel çöpler atılmaktadır. 480 mavi, 960 yeşil olmak üzere toplam 1.440 konteyner hazır bulundurulmaktadır (ÇEVKO, 1991).

Çizelge 2.3 İspanya’da (Barcelona) uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)

Proje Ana Hatları	Barcelona’da, karışık ambalaj malzemeleri, kağıt/karton ve cam, yol kenarlarındaki konteynerlerde (getirtme yöntemiyle) toplanmaktadır.
Başlama Tarihi	Mayıs 1991 (1. Aşama) Aralık 1992’de (2. Aşama) tekrar başlatılmıştır.
Proje Kapsamı	Sagrada familia bölgesinde 78,000 kişi. Toplam 27,956 üretici (hanehalkı ve ticari işyerleri)
Katılım Oranı	Bilinmiyor
Yapı Tipi	Çok katlı apartman blokları ve ticari binalar (restoranlar, barlar v.b)
Toplanan Malzemeler	Kağıt/mukavva Cam Plastik Meşrubat kutuları
Toplama Metodu	Bu alandaki genel çöpler, yol kenarlarına yerleştirilmiş büyük (2200 litre) yeşil konteynerlerde toplanmaktadır. Karışık ambalaj malzemeleri de aynı şekilde yol kenarlarına yerleştirilmiş mavi konteynerlerde toplanmaktadır. 480 mavi, 960 yeşil olmak üzere toplam 1.440 konteyner bulunmaktadır. Her iki konteyner günlük olarak boşaltılmaktadır. Kağıt ve mukavva, büyük başka bir konteyner de cam, igloo konteynerlerinde ayrı olarak toplanmaktadır. Geri kazanılan maddeler, sınıflandırma için Malzeme Geri Kazanım Tesisi’ne gönderilmektedir.
Toplanan Miktar	144 kg/üretici-yıl
Toplam Atık Üretimi	982 kg/üretici-yıl

Barcelona’da çöp toplama işini 24 yıllığına özel bir şirket kiralamış durumdadır. Bu model projede bu şirket aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Belediye toplama işi için bu şirkete 7.500 Pst/ton ödeme yapmaktadır. Şirket 2 kamyonunu bu işe ayırmış durumdadır.

Konteynerlere çöp özel mavi torbalar içinde atılmaktadır. Başlangıçta bedelsiz olarak verilen torbalar şu anda tüketici tarafından satın alınmaktadır. Özel bir tanıtım kampanyası uygulanmaktadır. Her eve mektuplar yollanmış, konutları ve işyerlerini kapsayacak şekilde broşür, el ilanı, kişisel ziyaret, basın, TV gibi girişimlerle tanıtım faaliyetleri yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, konut sakinlerinin %80’inin, esnafında %76’sının bilgilendirildiği, projeyi öğrendiği ortaya çıkmış; ancak bunların sadece konutlardan %69’u, işyerlerinden de %62’si kampanyaya katılmıştır.

Genel çöpler kompost tesisine geldikten sonra birkaç ayıklama ve ayırma kademesinden geçmektedir. Buna rağmen ayıklanan değerli madde oranı ağırlık üzerinden %7 civarında gerçekleşmektedir. Mavi konteynerlerde ayrı olarak toplanmaya çalışılan değerli atıklarında ancak %40’ı geri kazanılabilmektedir.

Genel çöp için belediye 1.800 Pst/ton’luk ödeme yapmaktadır. Ayırma işleminin maliyeti 2.000 Pst/ton’dur. Aradaki fark ve üstü toplanan ve değerlendirilebilen çöplerden elde edilebilmektedir. Ayıklanan bu değerli çöpler piyasadaki değerlerine göre satılmaktadır. Birim kg. başına, PE(beyaz) 25 Pst, PE(renkli) 17 Pst, karton 6 Pst, kağıt 4 Pst, cam 6Pst, Al kutu 20 Pst, tetrapak 4 Pst, teneke 3,75 Pst’ya satılabilmektedir.

PET ve PVC için bir tesis olmadığından, Hollanda’ya ihraç edilmektedir. Kağıt ve karton atıkları mevcut piyasa koşulları içinde değerlendirilememektedir.

Barcelona örneğinde ton başına 75 USD toplama ve taşıma, 25 USD değerlendirme ve bertaraf etme olmak üzere 100 USD/ton çöp toplama bertaraf maliyeti ortaya çıkmaktadır. Bu oldukça yüksek bir maliyet olup, 40 USD/kişi.yıl demektir (ÇEVKO, 1991).

2.3.6.4 ERRA Lemsterland (Hollanda) Uygulaması

Çizelge 2.4 Hollanda’da (Lemsterland) uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)

Proje Ana Hatları	Lemsterland’da katı atıklar, her biri 2 tekerlekli ve 2 bölmeli 2 konteyner de toplanmaktadır. Hanehalkı, katı atıkları 4 sınıfta ayırmaktadır (karışık geri kazanılabilenler, karışık kağıt, organik madde, atık çöp). Cam, igloo konteynerleri kullanılarak drop-off sistemi ile toplanmaktadır.
Başlama Tarihi	Mayıs 1991
Proje Kapsamı	Lemmer kenti civarında, 4526 hanehalkı
Katılım Oranı	Geri kazanma programına katılan hanehalkının %95’i (Başka bir atık toplama servisi mevcut değildir)
Yapı Tipi	Birkaç katlı evler
Toplanan Malzemeler	1. Konteyner, 1. Bölme: Karışık geri kazanılabilen maddeler (plastik, metal, meşrubat kartonları v.b) 1. Konteyner, 2. Bölme: Karışık kağıt (gazete, karton v.b) 2. Konteyner, 1. Bölme: Organik madde 2. Konteyner, 2. Bölme: Atık çöp Cam: Drop-off konteynerlerde rengine göre ayrılmaktadır.
Toplama Metodu	Konteynerler, yatay olarak bölmelere ayrılmış tek araçlarla 2 haftada bir boşaltılır. Alternatif olarak araçlar, haftada bir defa konteynerleri boşaltabilirler.
Toplanan Miktar	Cam : 54 kg/hanehalkı-yıl Kağıt/Mukavva : 138 kg/hanehalkı-yıl Plastik/Metal/Meşrubat kartonu : 200 kg/hanehalkı-yıl Organik Madde : 288 kg/hanehalkı-yıl
Toplam Atık Üretimi	796 kg/üretici-yıl

2.3.6.5 ERRA Munich (Almanya) Uygulaması

Çizelge 2.5 Almanya’da (Munich) uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)

Proje Ana Hatları	Cam, kağıt ve tekstil “getirtme (bring) sistemi” ile toplanmaktadır. Metal, bahçe atığı ve hacimli atıklar, merkezi toplama (drop-off) konteynerlerine hanehalkı tarafından ulaştırılmaktadır. Organik madde ve tehlikeli atıklar, kaldırım kenarından toplanmaktadır.
Başlama Tarihi	Bring ve drop-off sistemleri, 1987/1988 Organik Madde toplama Ekim 1990
Proje Kapsamı	40 km ² ’lik alanda 12.900 kişi Bu alanda 1344 kişi (599 hanehalkı) ve 1150 kişiyi (592 hanehalkı) içeren iki özel test alanı ele alınmıştır.
Katılım Oranı	Bilinmiyor
Yapı Tipi	Şehrin kenar semtlerinde, birkaç katlı evler
Toplanan Malzemeler	Cam Kağıt Tekstil Metal Organik Atık Tehlikeli Atık Atık Çöp
Toplama Metodu	Organik atıklar 14 günde bir toplanmaktadır. Hanehalkı evde 5 litrelik kaplar kullanır, daha sonra bunları daha büyük konteynerlere (240 litre) boşaltır. Diğer malzemeler, (atık çöp ve tehlikeli atıklar hariç) “getirtme sistemi” ile toplanır.
Toplanan Miktar	Cam : 21 kg/kişi-yıl (1988) Kağıt : 37 kg/kişi-yıl (1988) Metal : 3,5 kg/kişi-yıl (1988) Atık Çöp : 222 kg/kişi-yıl (1988, organik madde dahil) Organik Madde : 47-54 kg/kişi-yıl (1991)

2.3.6.6 ERRA Prato (İtalya) Uygulaması

Çizelge 2.6 İtalya’da (Prato) uygulanan biriktirme ve toplama sistemi(ERRA, 1993)

Proje Ana Hatları	Prato kentinde, birçok eve hizmet eden yol kenarındaki büyük konteynerlerle geri kazanılabilir malzemeler toplanmaktadır. Hanehalkı, geri kazanılabilen maddeleri, mevcut çöp konteynerlerinin yanına yerleştirilmiş büyük mavi konteynerlere taşımadan önce, bu maddeleri koyabileceği “Mavi Çanta”yı kendisi temin etmektedir. Cam, igloo konteynerlerinde ayrı olarak toplanır.
Başlama Tarihi	Kasım 1992
Proje Kapsamı	11.750 hanehalkı Toplam 14.500 üretici
Katılım Oranı	%70 (tahmini)
Yapı Tipi	Yüksek kent evleri
Toplanan Malzemeler	Gazete kağıdı/karton Cam Plastik Metal
Toplama Metodu	Yol kenarlarına yerleştirilmiş konteynerler, mevcut toplama araçlarıyla haftada iki defa boşaltılmakta ve Malzeme Geri Kazanma Tesisi’ne gönderilmektedir.
Toplanan Miktar	103 kg/üretici-yıl
Toplam Atık Üretimi	917 kg/üretici-yıl

Yapılan projeler ve pilot testler göstermiştir ki; iyi yapılan bilgilendirme ve yönlendirme ile hanehalkı katı atıklarını doğru olarak farklı kategorilere ayırabilmektedir. Örnek olarak İngiltere’de Leeds kentinde, hanehalkı katı atıklarını 6 farklı kategoriye %96,5 başarı oranıyla ayırmıştır (Forrest v.d, 1990). ABD’deki bir çalışmada benzer sonuçları göstermiştir (Beyeav.d, 1992). Uygulamaların başarılı olması için hanehalkına iyi bir eğitimin verilmesi gereklidir.

ERRA (European Recovery and Recycling Association) proje raporlarında, projelere katılım oranı, gönüllü ayırma ve toplama çalışmalarında %60-90 arasındadır (ERRA, 1993).

İngiltere’de Adur kentinde yapılan diğer bir çalışmada katılım oranı tam olarak ölçülmüş ve %75 olduğu bulunmuştur (Papworth, 1993). Benzer gönüllü yüksek katılım oranları Kuzey Amerika’da da rapor edilmiştir; Ontario’da “Mavi Kutu” projesinde 1992’de katılım oranının %85-91 civarında olduğu tespit edilmiştir. Gönüllü projelerde katılım oranı ekonomiye da bağlıdır. Eğer hanehalkının ilave konteyner için ödeme yapması gerekiyorsa, katılım oranı düşmektedir. Eğer hanehalkı atık çöp tenekesinde geri kazanılmayan maddelerin azalmasından dolayı kazanç sağlıyorsa, katılım oranı yükselmektedir. Çünkü bazı Avrupa ülkelerinde, atık çöp miktarına göre hanehalkından çöp ücreti alınmaktadır. Aynı toplama ile atık çöp miktarı azalacağından hanehalkı bu işleminden kazanç sağlayabilmektedir.

Lemsterland uygulama projesinde herhangi alternatif bir atık toplama sistemi olmadığından, katılım oranı yüksektir. Bazı ülkelerde de atıkların belli kısımlarının kaynağında ayrılması (Hollanda’da organik maddelerin ayrılması gibi) kanunlarla zorunlu hale getirildiğinden katılım oranı yüksek olmaktadır.

Geri kazanım oranı sadece katılım oranına bağlı değildir. Bununla beraber hanehalkının ayırma verimliliğine bağlıdır.

İtalya, dünyada plastik atıkların en fazla değerlendirildiği ülke olarak görülmektedir. İtalya’da farklı alanlarda kullanılan plastik malzeme tüketimi 1989’da 4 milyon ton olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.7 İtalya’da geri dönüşüm oranları(Mecit, 1992)

Ambalaj malzemeleri	%40
İnşaat ve Yapı malzemeleri	%15
Otomotiv ve Taşıma Malzemeleri	%6,5
Zirai Alanlarda	%5,5
Elektroteknik/Elektronik Malzemeler	%5,5
Mobilya ve Mobilya Kaplayıcı Malzemeler	%5
Mutfak Eşyası Yapım Malzemeleri	%4
Ayakkabı Yapım Malzemeleri	%2,5

Toplam tüketimin yaklaşık %45 'ini kullanım sonrası atılabilir ürünler kaplamaktadır. Bunun büyük kısmını ambalaj malzemeleri, tek kullanımlık mutfak eşyaları, tıbbi araç ve gereçler ve benzer malzemeler oluşturur. Geri kalan kısmı daha uzun ömürlü ve daha dayanıklı malzemeler kaplar.

İtalya'nın plastik malzeme ihracı, toplam üretimin %10'u olmak üzere oldukça yüksektir. Yaklaşık benzer yüzde de, mobilya ayakkabı ve ev eşyalarının ihraç edildiği hesaplanmaktadır.

Hesaplamaların atık kaynakları, 1,4 milyon ton atılabilir o-plastik ürünler ve %10 civarında dayanıklı ev malzemelerin de bulunduğu ürünler olarak gösterilmektedir.

Devlet raporları büyük eşyaları içeren atıkların ülkesel ortalamasını vermektedir ve buna göre dayanıklı eşyaların yüzdesi yaklaşık 7'dir. Yine aynı raporlar, 1989'da üretilen 18 milyon ton şehir çöplerinin 1,4 milyon tonunu plastik malzemelerin oluşturduğunu vermiştir.

Belediye çöpleri içindeki kullanım sonrası atılabilir ürünler ve dayanıklı eşyaların otomatik olarak sona erdirilmesi düşünülmektedir. Bunun yanı sıra bu olay gerçekte oldukça karmaşıktır. Çünkü tüketilen eşyalar atık plastik kısımları toplatılır ve geri kazanılır ve tekrar değerlendirilir. İtalya 'da belediye atıkları içinde bulunan dayanıklı eşyaların bir kısmı ve atık plastikler geri kazanılarak ihraç edilen ürünlerde tekrar kullanılmıştır. Buna ilaveten geri kazanılmış plastik malzemelerden üretilen eşyalar ya belediye çöpleriyle imha edilmekte ya da bir kez daha geri kazanılmak üzere toplatılmaktadır.

Grafikler ve istatistikler üzerinde ele geçen gerçek belediye çöplerinin küçük yüzdelerini plastikler almaktadır (Ağırlıkça İtalya'da %7,5, AB ülkelerinde %7, A.B.D'de %7,8) ve bütün atıklar içerisinde plastikler çok daha küçük yüzdeyi oluşturmaktadırlar. İster büyük ister küçük miktarlarda olsun her çeşit atıkların problemler ortaya çıkardığı bilinen bir gerçektir. Bu yüzden bu plastiklerin geri kazanılması zorunluluğu bulunmaktadır. Aynı zamanda toplumda bu problemi ekolojik düzen ve endüstri adına daha kolay çözülebilir hale getirmelidir.

Geri kazanılan plastik malzemelerin miktarını hesaplamak oldukça güçtür. Çünkü çok geniş ve bağımsız bir alana yayılmıştır. Ölçümler ancak birkaç toplama alanlarında gerçekleştirilebilmektedir.

İtalya dünyada plastik malzemelerin en fazla geri kazanıldığı ülke olduğundan referans olarak kullanılmıştır. İtalya'da hemen hemen fabrika atıklarının hepsi ki bu yılda yarım milyon ton

civarında; artı, yaklaşık 400.000 ton ürün haline dönüştürülmüş atıklar geri kazanılmak için tesislere gönderilmektedir (Bu değer Amerika veya Avrupa'nın geri kalan ülkelerindeki geri kazanılan plastiklerin iki katıdır).

Çizelge 2.8 1988 yılında İtalya'da geri kazanılan ürünler(Mecit, 1992)

Malzeme	Yüzde(%)
Bakır	100
Pirinç	100
Alüminyum	63
Kurşun	57
Demir Metaller	56
Çinko	56
Kağıt ve Karton	48
Plastik Malzemeler(poliyeten)	22
Cam	18

Bu yüzdeler, elde edilen sonuçlar çok iyi olmasına rağmen birçok metalin geri kazanılması için kat edilecek daha uzun bir yol olduğunu göstermektedir (Mecit, 1992).

2.4 Avrupa Ülkelerindeki Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Miktarları

Çizelge 2.9 Avrupa ülkelerindeki ambalaj atıklarındaki cam geri dönüşüm miktarları (ERRA, 1999)

Ülkeler	Piyasadaki Ambalajlama Miktarı(ton)	Geri Dönüştürülmüş Miktar(ton)	Geri Kazanılmış Miktar(ton)	Geri Dönüşüm Oranı(%)	Geri Kazanım Oranı(%)
Almanya	3.750.300	2.797.300	2.797.300	75	75
Avusturya	260.000	199.000	199.000	77	77
Danimarka	202.306	124.122	124.122	61	61
Finlandiya	52.000	24.900	24.900	48	48
Fransa	3.296.000	1.388.000	1.388.000	42	42
Hollanda	469.000	354.000	354.000	75	75
İngiltere	1.787.265	441.000	441.000	25	25
İsveç	177.400	134.200	134.200	76	76
İtalya	2.248.000	750.000	750.000	33	33
Norveç	50.599	33.260	33.260	66	66
Toplam	12.292.870	6.245.782	6.245.782	51	51

Çizelge 2.10 Avrupa ülkelerindeki ambalaj atıklarındaki plastik geri dönüşüm miktarları
(ERRA, 1999)

Ülkeler	Piyasadaki Ambalajlama Miktarı(ton)	Geri Dönüştürülmüş Miktar(ton)	Geri Kazanılmış Miktar(ton)	Geri Dönüşüm Oranı(%)	Geri Kazanım Oranı(%)
Almanya	1.502.100	675.300	675.300	45	45
Avusturya	180.000	36.000	82.000	20	46
Danimarka	183.430	11.249	176.000	6	96
Finlandiya	90.000	9.200	20.200	10	22
Fransa	1.571.000	102.000	636.000	6	40
Hollanda	611.000	76.000	76.000	12	12
İngiltere	1.356.019	100.000	100.000	7	7
İsveç	150.000	21.000	43.100	14	29
İtalya	1.777.000	164.000	272.000	9	15
Norveç	101.000	6.140	30.574	6	30
Toplam	7.521.549	1.200.889	2.111.174	16	28

Çizelge 2.11 Avrupa ülkelerindeki ambalaj atıklarındaki metal geri dönüşüm miktarları (ERRA, 1999)

Ülkeler	Piyasadaki Ambalajlama Miktarı(ton)	Geri Dönüştürülmüş Miktar(ton)	Geri Kazanılmış Miktar(ton)	Geri Dönüşüm Oranı(%)	Geri Kazanım Oranı(%)
Almanya	1.121.400	914.900	914.900	82	82
Avusturya	85.000	29.000	29.000	34	34
Danimarka	58.035	2.170	2.170	4	4
Finlandiya	31.000	2.600	2.600	8	8
Fransa	677.000	331.000	335.000	49	49
Hollanda	216.000	145.000	145.000	67	67
İngiltere	809.093	211.000	212.300	26	26
İsveç	70.000	31.800	31.800	45	45
İtalya	456.000	25.000	25.000	5	5
Norveç	13.000	102	102	1	1
Toplam	3.536.528	1.692.572	1.697.872	48	48

2.5 Geri Dönüştürülmüş Malzeme Uygulamaları

ABD’de USDA Ormancılık Servisi Orman Ürünleri Araştırma Laboratuvarları (FPL) gibi araştırma merkezlerinde atık plastik olarak nitelendirilen PE, PP veya PET karışımları atık odun lifleri kullanılarak sağlam yapıda termoplastik kompozitler yapılmıştır. Bu kompozit ürünler daha düşük yoğunluk, iyileştirilmiş akustik özellik, darbelere karşı dayanıklılık ve ısıya dayanıklılık gibi avantajlara sahip olup yalnız plastikten mamul malzemelere göre maliyeti daha düşüktür (Gürboy v.d, 1995).

İ.Ü Orman Fakültesinde tamamen evsel atık olarak PVC ve PS karışımı kullanıldığı gibi levhanın ara katlarında ticari üreformatdehit (ÜF) reçinesi (%65 KM) kullanılarak denemeler yapılmıştır (Gürboy v.d, 1995).

Finacor Anftalt firmasının geliştirdiği bir yöntemle göre atık plastik maddeler kullanılarak yeniden plastik madde üretimi yapılmaktadır. Bu madde plaka, folyo, çubuk, direk, boru, hortum, kapak gibi katı şekilli yada esnek ürünler haline getirilebilmektedir. Ayrıca mekanik hasarlardan korunmaya yönelik elemanlar olarak, mesela, tuğla, çatı kirişi, iş aleti bağlantı elemanı ya da iş aleti parçaları olarak kullanılabilir. Bu madde kalite olarak yüksek değerlidir (Türk Patent Enstitüsü, 1999).

Adana Sasa/PET Şişe Geri Dönüşüm Tesisi'nde atık PET şişe işlenerek çapak haline getiriliyor. İkinci kademede polimerize edilerek dolgu elyafı elde ediliyor. Bu tesisin yıllık kapasitesi minimum 12.000 ton, yatırım maliyeti 3 milyon \$'dır (ÇEVKO, 1998).

Yarımca-Kocaeli Yeşil Plastik Geri Dönüşüm Sanayii ve Ticaret A.Ş., YYPE (Yüksek yoğunluklu polietilen)'den imal edilmiş şişe ve kap atıklarını geri dönüştürerek yeniden şişe, kap, plastik eşya, telefon kablosu, su kanalizasyon yağmurlama borusu, katlanabilir hortum, poşet ve naylon torba, endüstriyel varil v.b. üretiminde kullanılabilecek hammadde haline getirmek için kurulmuş olan bir tesistir. Saatteki kapasitesi 900 kg. yıllık kapasitesi 5.000 ton'dur (Şimşek, 1998).

PET atıkların ağırlığının yarısı kadar Naylon 6 içinde 2 saat ısıtılması ile homojen karışımların elde edilebildiği ve cam elyafı ile kuvvetlendirilmiş olarak Naylon 6 ve PET atık karışımlarından elde edilen ürünlerin inşaat malzemesi olarak değerlendirilebileceği bildirilmektedir (Center, 1990).

3. TÜRKİYE'DE GENEL ÇÖP ÖZELLİKLERİ

Türkiye genelinde kişi başına oluşan çöp miktarı, üniversitelerimizde yapılan araştırmalar ve DİE'nin yayınladığı raporlara göre 0,5 kg/gün ile 1,0 kg/gün arasında değişmektedir. Nüfusun 75 milyon olduğu kabulü ile ülkemizde günde oluşan çöp miktarının 37.500 ton ile 75.000 ton arasında olacağı; yılda ise 13,6 milyon ile 27,4 milyon ton arasında olacağı hesaplanabilir.

Türkiye'de 1991 yılında çöpü toplanan 1974 belediyenin günlük ortalama çöp miktarı 61137 ton olarak hesaplanmıştır. Bir günde toplanan bu miktarın 49076 tonu Büyükşehir belediyesinin çöplüğü, belediye çöplüğü veya kamu ve özel kuruluşların çöplüğüne atılırken, 9073 tonu dereye, denize ve göle atılmakta, 1061 tonu açıkta yakılmakta, 1045 tonu kompost tesisine götürülmekte, 699 tonu dolgu malzemesi olarak kullanılmakta, 162 tonu gömülmekte, 21 tonu boş arazilere atılmaktadır.

DİE raporunda 1991 yılı itibariyle hiçbir belediyenin yakma ve düzenli depolama tesisinin olmadığı, 6 belediyenin kompost tesisini kullandığı belirtilmektedir.

Araştırma sonucunda İstanbul'da 1991 yılında bir günde toplanan 10898 ton çöpün %99,90'ı Ankara'da 3732 ton çöpün %91,88'i ve İzmir'de 3402 ton çöpün %80,13'ü çöplük sahasında götürülmektedir.

Türkiye'de "Katı Atık Yönetmeliği" hükümlerine uygun olarak tedbir alan belediye sayısı 34 tanedir. Bu belediyelerden yönetmeliğe uygun olarak 11 tanesi çöpleri ilaçlamakta, 9 tanesi hastane atıklarını ayrı olarak toplamakta, 3 tanesi çöplük alanı ile ilgili mühendislik çalışması ve bertaraf projesi yapmakta, sadece 1 tanesi geri kazanılabilir maddelerin ayrı toplanmasıyla ilgili olarak çalışmalar yapmaktadır (DİE, 1991).

Katı atık miktar ve özellikleri, kentsel ve kırsal nüfusun özelliklerine göre, sosyo-ekonomik şartlara, kültürel yapı ve tüketim alışkanlıklarına sıkı sıkıya bağlıdır. Kültürel yapıyı oluşturan gelenek ve görenekler de zaman içinde meydana gelen değişimler de katı atık miktar ve bileşenlerinde önemli değişikliklere sebep olmaktadır.

Ülkemizde oluşan çöp ve katı atık miktarlarının belirlenmesi amacıyla 1987'de yapılan bir araştırmada çöp bileşenlerinin kentlerden kırsal alanlara gidildikçe nasıl bir değişim gösterdiği ortaya konulmuştur (Erdin ve Özdağlar, 1987). Çizelge 3.1'de verilen sonuçlardan, geri kazanılabilir atık bileşenleri oranının kentlerde yüksek, buna karşılık kırsal bölgelerde düşük olduğu görülmektedir.

Türkiye'de hanehalklarının %41,58'inin geri kazanılabilir maddeleri ayrı olarak biriktirdiği

belirlenmiştir. Gelir seviyesi arttıkça geri kazanılabilir maddeleri biriktirmeyenlerden %44,12'si ev veya gecekonduda oturmaktadır ve bu oran biriktirenlere göre daha yüksektir.

Çizelge 3.1 Yerleşim Alanlarının Büyüklüğüne Göre Çöp Bileşenlerinin Dağılım Değerleri(%) (Toköz v.d, 1996)

Bileşen	Büyük Kent	Orta Kent	Küçük Kent	Kırsal Belde
Yiyecek Atıkları	21,5	18,6	16,7	12,8
Kağıt, Karton	11,0	10,0	5,2	2,3
Plastik	4,3	3,5	2,2	2,1
Metal, Teneke	1,7	1,5	1,0	1,7
Cam	1,7	1,0	1,0	1,7
Diğer	59,8	65,4	73,9	79,4

Geri kazanılabilir maddeler içerisinde en fazla gazete ve dergi (%85,41) biriktirilmekte, bunu sırasıyla naylon torba (%57,43), kağıt ambalaj (%49,52), paçavra (%15,07), plastik (%11,69), cam (%9,31), metal (%3,52), pil (%0,62) izlemektedir.

Gazete ve dergiyi biriktiren hanehalklarının %67,54'ü, kağıt ambalajı biriktiren hanehalklarının %83,07'si, plastiği biriktiren hanehalklarının %44,75'i bu maddeleri yakmaktadır. Metali ayrı olarak biriktiren hanehalklarının %71,26'sı bunu başkasına vererek veya satarak değerlendirmektedir.

Cam biriktiren hanehalklarının %34,24'ü, naylon torba biriktiren hanehalklarının %83,05'i, paçavra biriktiren hanehalklarının ise %48,10'u bu maddeleri evde kullanmakta, pil biriktiren hanehalklarının %80,21'i ise bu maddeyi çöpçüye vermektedir (ÇEVKO, 1995).

1993 yılı Temmuz ve Aralık aylarında DİE tarafından uygulanan hanehalkları kaynaklı çöp kompozisyon araştırması sonuçları Tablo 3.8'de verilmiştir. (DİE, 1993)

Bursa ilinde %80,47, Gaziantep'te %57,50, Ankara'da %47,89, Adana'da %46,25 oranında hanehalkı geri kazanılabilir maddeleri ayrı olarak biriktirmektedir. Bu oranlar Türkiye ortalamasının üzerinde değerlerdir (DİE, 1992).

4. İSTANBUL'DA ÇÖP ÖZELLİKLERİ

İstanbul Büyükşehir Belediyesi için CH2M Hill International Ltd. tarafından yapılan Katı Atık Yönetim Etüdü isimli raporda, İstanbul'da 1992 yılında 2 milyon ton katı atık oluşacağının tahmin edildiği belirtilmiştir (CH2M, 1992).

Aynı raporda, bu atıklardan ayrı olarak yılda 40.000 ton zararlı endüstriyel atık üretiminin olduğu ifade edilmiştir. Raporda katı atık oluşumu hesabında esas alınan tahmini nüfus değerleri Çizelge 4.1'de, kişi başına düşen tahmini atık miktarlarının değişimi Çizelge 4.2'de, gelecekte Avrupa yakasındaki Belediye sınırları içinde oluşacağı tahmin edilen katı atık miktarları ve yine Asya yakasında oluşacağı tahmin edilen katı atık miktarları Şekil 4.1'de verilmiştir.

İstanbul'da kişi başına düşen atık miktarının 1990 yılında 0,63 kg/kişi/gün'den, %25'lik artışla 2020 yılında 0,80 kg/kişi/gün değerine ulaşacağı belirtilmiştir (CH2M, 1992).

Sözü edilen bu raporda ve İSKİ yayınında (İSKİ, 1994) İstanbul ile ilgili verilen tahmini nüfus değerlerinden faydalanılarak ve birim atık miktarını 0,63 kg/kişi/gün ve 0,80 kg/kişi/gün olarak, gelecek yıllara ait tahmini çöp miktarları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3'ten CH2M firmasının 2020 yılı için tahmini katı atık miktarı 4,75 milyon ton/yıl olmasına karşılık, İSKİ tahmini nüfus değerleri ile yapılan hesaplamalarda 6,90 milyon ton/yıl ile 8,76 milyon ton/yıl arasında katı atık oluşacağı beklenmektedir. CH2M raporunda, İstanbul katı atık bileşiminin analizi için yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilerden (Çizelge 4.4) bitkisel atık ve çöpler ile kömür külünün toplam katı atık içindeki payının %60 civarında olduğu tespit edilmiştir (CH2M, 1992).

Çizelge 4.1 İstanbul İçin Tahmin Edilen Nüfus Değişimleri(Toköz v.d, 1996)

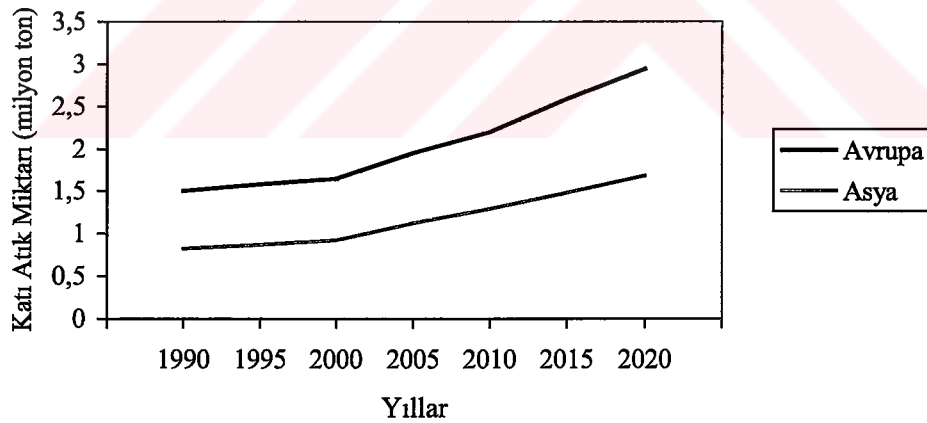
	Nüfus (1990)	Tahmin Edilen Nüfus (2020)	Nüfus Değişimi	Nüfus Artış Yüzdesi	Nüfus Artışındaki Payı
Avrupa Yakasındaki Belediyeler					
Bakırköy	1328276	2745575	1417299	107	16
Bayrampaşa	212570	439387	226817	107	3
Beşiktaş	192210	328253	136043	71	2
Beyoğlu	229000	308657	79657	35	1
Eminönü	83444	112470	29026	35	0
Eyüp	211986	587758	375772	177	4
Fatih	462464	623332	160868	35	2
Gaziosmanpaşa	393667	1142972	749305	190	8
Kağıthane	269042	556116	287074	107	3
Küçükçekmece	479419	1726431	1247012	260	14
Sarıyer	171872	355263	183391	107	2
Şişli	250478	427763	177285	71	2
Zeytinburnu	165679	342462	176783	107	2
Avrupa Yakası Toplamı	4450107	9696439	5246332	118	58
Asya Yakasındaki Belediyeler					
Adalar	19413	33153	13740	71	0
Beykoz	163786	338549	174763	107	2
Kadıköy	648282	1107127	458845	71	5
Kartal	611532	1753205	1141673	187	13
Pendik	213353	1004888	791535	371	9
Sultanbeyli	82298	393071	310773	378	3
Ümraniye	301257	889418	588161	195	7
Üsküdar	395623	675639	280016	71	3
Asya Yakası Toplamı	2435544	6195049	3759505	154	42
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR TOPLAMI	6885651	15891488	9005837	131	100

	Turizm Alanları Dahil				Kamir-Kült				Ticari Anık				Tonlam Anık Miktarı			
	kg/kisi/ötn				kg/kisi/ötn				kg/kisi/ötn				kg/kisi/ötn			
	1990	2000	2020		1990	2000	2020		1990	2000	2020		1990	2000	2020	
Avrına Yakasındaki Belediveler																
Bakırköy	0.30	0.34	0.38	0.08	0.08	0.08	0.06	0.24	0.30	0.34	0.34	0.62	0.72	0.78		
Bavramnasa	0.22	0.27	0.32	0.12	0.15	0.13	0.13	0.10	0.15	0.19	0.19	0.44	0.57	0.64		
Besiktas	0.35	0.45	0.55	0.04	0.04	0.04	0.02	0.43	0.53	0.57	0.57	0.82	1.02	1.14		
Bevkoğlu	0.28	0.38	0.48	0.12	0.10	0.08	0.08	0.50	0.60	0.64	0.64	0.90	1.08	1.20		
Eminönü	0.28	0.38	0.48	0.13	0.10	0.08	0.08	3.00	4.50	7.00	7.00	3.41	4.98	7.56		
Eyübn	0.22	0.24	0.26	0.12	0.15	0.13	0.13	0.36	0.46	0.50	0.50	0.70	0.85	0.89		
Fatih	0.27	0.32	0.37	0.13	0.12	0.10	0.10	0.23	0.23	0.27	0.27	0.63	0.67	0.74		
Gaziosmannasa	0.22	0.24	0.26	0.12	0.15	0.13	0.13	0.12	0.15	0.19	0.19	0.46	0.54	0.58		
Kağıthane	0.22	0.27	0.32	0.12	0.15	0.13	0.13	0.12	0.15	0.19	0.19	0.46	0.57	0.64		
Küçükçekmece	0.22	0.25	0.28	0.12	0.15	0.13	0.13	0.10	0.15	0.19	0.19	0.44	0.55	0.60		
Sarıyer	0.27	0.32	0.37	0.09	0.08	0.06	0.06	0.20	0.20	0.24	0.24	0.56	0.60	0.67		
Sisli	0.32	0.42	0.52	0.04	0.04	0.02	0.02	0.52	0.62	0.66	0.66	0.88	1.08	1.20		
Zevtinburnu	0.22	0.27	0.32	0.12	0.13	0.13	0.13	0.29	0.30	0.34	0.34	0.63	0.72	0.79		
Ağırlıklı Ortalamalar	0.27	0.31	0.35	0.10	0.11	0.09	0.09	0.29	0.35	0.39	0.39	0.661	0.767	0.833		
Asva Yakasındaki Belediveler																
Adalar	0.35	0.43	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.35	3.43	3.51		
Bevkoğlu	0.28	0.33	0.38	0.12	0.10	0.08	0.08	0.10	0.15	0.19	0.19	0.50	0.58	0.65		
Kadıköy	0.35	0.43	0.51	0.08	0.07	0.05	0.05	0.25	0.32	0.36	0.36	0.68	0.82	0.92		
Kartal	0.22	0.27	0.32	0.12	0.15	0.13	0.13	0.24	0.30	0.34	0.34	0.58	0.72	0.79		
Pendik	0.22	0.27	0.32	0.12	0.15	0.13	0.13	0.10	0.15	0.19	0.19	0.44	0.57	0.64		
Sultanbeyli	0.22	0.24	0.26	0.12	0.15	0.13	0.13	0.06	0.12	0.16	0.16	0.40	0.51	0.55		
Ümraniye	0.22	0.24	0.26	0.12	0.15	0.13	0.13	0.08	0.15	0.19	0.19	0.42	0.54	0.58		
Üsküdar	0.28	0.33	0.38	0.09	0.08	0.06	0.06	0.20	0.28	0.32	0.32	0.57	0.69	0.76		
Ağırlıklı Ortalamalar	0.27	0.31	0.35	0.10	0.12	0.11	0.11	0.20	0.26	0.29	0.29	0.576	0.690	0.747		
İstanbul Büyükşehir Tonlamı																
Anakent Beledivesinin Tonladığı Anık Dahil												0.631	0.749	0.800		
												0.636	0.755	0.804		

Çizelge 4.3 İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Katı Atık Oluşum Miktarlarının Tahmini Değerleri(Toköz v.d, 1996)

Yıllar	Nüfus Tahminleri (milyon)		Katı Atık Miktarları (milyon ton/yıl)		
	İSKİ	CH2M	CH2M	Hesaplanan*	
				(1)	(2)
1990	7	6,89	1,586	1,61	2,04
1995	10	-	-	2,30	2,92
2000	13	9,59	2,62	2,99	3,80
2010	20	12,76	3,61	4,60	5,84
2020	30	15,89	4,64	6,90	8,76

*: Hesaplama İSKİ tahmini nüfus değerleri ve (1) için 0,63 kg/kışı/gün, (2) için 0,80 kg/kışı/gün birim katı atık değerleri alınmıştır.



Şekil 4.1 İstanbul'un Katı Atık Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi(İSTAÇ)

Çizelge 4.4 İstanbul'un ortalama katı atık bileşimi(İSTAÇ)

Atık Bileşeni	Yaş Ağırlık (%)
Organik Atıklar	45
Linyit kömür külü	15
Kağıt	14,5
Plastik	9,5
Tekstil	5,6
Seramik	4,4
Cam	3,8
Metal	2,2

Ataköy, Şişli, Gaziosmanpaşa, Eminönü, Fatih belediyeleri baz alınarak 1996 yılının Nisan ve Eylül aylarında katı atık madde grupları üzerine yapılan araştırma sonucu elde edilen verilerin, daha önceki yıllarda Baştürk(1979), WHO(1981), CH2M Hill-Antel(1992) tarafından yapılan araştırmalar sonucu bulunan verilerle karşılaştırılmasıyla madde gruplarının yıllara göre değişimi Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Madde Grubu	Ataköy			Şişli			Gaziosmanpaşa			Fatih			Eminönü	
	1979	1992	1996	1979	1981	1992	1996	1979	1981	1992	1996	1979	1992	1996
Organik Nisan Eylül	62,0	60	44			43	61,9	29	25	41	24	34	36	31,3
	76,5	58	55,8			56,6	52,4	71,1	54,5	76	54,6	72,8	55,1	60,6
Kağıt Nisan Eylül	14	17	16,5			14	8,8	3	3	8	0,6	5	6,7	6,3
	12,2	16	12,2			14,6	12,1	6,1	9,8	4	6,4	12,9	17,2	10,5
Plastik Nisan Eylül	7	12	17,4			3	9,6	3	0,8	7	2,2	9	1,9	9,8
	2,1	14	19,7			2,58	13,1	5	2,4	7	8,5	1,9	5,3	12,3
Cam Nisan Eylül	2	2,5	10,6			2	6,6	2	0,55	5	0,9	1	1,1	2,9
	1,5	5	3,7			4,3	9,2	1,1	0,85	2	4,3	1,9	1,6	2,5
Metal Nisan Eylül	2	2	2,7			0,7	5,9	0,7	1,7	3	0,5	4	1,1	2,4
	0,6	2,5	2			1,14	3,9	0,5	1,85	1	1,2	0,2	2,1	1,5
Tekstil Nisan Eylül	4	2	5,2			1,3	4,4	0,5	1,9	7	0,6	1	1,5	2,7
	2,4	2,5	3,4			4,3	1,5	0,5	1,4	5	1,9	4,5	3,1	4,5
Kül Nisan Eylül	8	2,5	0,9			34	2,2	54	65,9	26	61,1	42	50,3	25,1
	4,5	1	0			14,3	0	15	-	4	0	5,6	-	0
ÇocukBezi Nisan Eylül	-	-	0,9			-	0,7	-	-	-	1,6	-	-	2,4
	-	-	2,7			-	1,9	-	-	-	7,7	-	-	5,4

5. İSTANBUL'DA ÇÖP TOPLAMA SİSTEMİNİN TANITIMI

Ülkemizde genellikle Büyükşehirlerde olmak üzere birçok şehirde çöp toplama sistemi hemen hemen aynıdır. Bu sistem kısmen belediyeler tarafından, kısmen de kendiliğinden oluşmuştur.

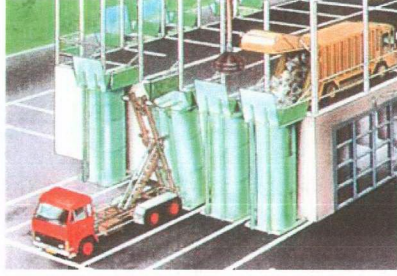
İstanbul'daki evsel katı atıklar İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İSTAÇ ortak çalışması ile toplanmaktadır.

İstanbul'da belediyelerin katı atık kaynakları şöyle sıralanabilir:

- Konutlardan toplanan çöpler,
- Dükkanların, yemekhanelerin, otellerin, büroların, iş merkezlerinin, açık pazar yerlerinin ve mezbahalarının ticari atıkları,
- Konutların, ticari binaların ve devlet dairelerinin ısıtma sistemlerinden kaynaklanan kömür külleri (cüruf),
- Sokak çöpleri,
- Turizm atıkları,
- Bulvar, yol ve parklardaki çöp kutularından toplanan atıklar,
- Askeri yerleşimlerin evsel ve büro atıkları.

Büyükşehir Belediyesi sınırları dahilinde bulunan 28 belediye kendi sınırları içindeki evsel katı atıkları topladıktan sonra 6 adet aktarma istasyonuna nakletmektedirler. Bu aktarma istasyonlarından Baruthane(Şişli), Halkalı ve Yenibosna Avrupa yakasında; Aydınli(Tuzla), Hekimbaşı(Ümraniye), Asya yakasında faaliyet göstermektedir (İSTAÇ).

Aktarma istasyonlarına nakledilen katı atıklar burada 32 m³'lük silolara doldurulur. Silolara aktarılan çöpler hareketli (yatay ve düşeyde) kompaktörlerle sıkıştırılır. Bu sıkıştırma ortalama % 30'luk bir hacim kazanımı temin eder. Bu yöntemle bir silo normal büyüklükteki (12 m³'lük) üç çöp kamyonunun çöpünü alabilmektedir. Araçların (TIR) sağlıklı çalışabilmesini ve emniyetli bir şekilde ulaşımını temin edebilmek için, silolar ortalama 20 tona tekabül edecek şekilde doldurulmaktadır (İSTAÇ).



Şekil 5.1 Aktarma istasyonlarındaki presleme ve aktarma sistemi(İSTAÇ)

Halkalı'da 70, Yenibosna'da 80, Baruthane'de 75, Hekimbaşı'nda 75, Aydınli'da 57 tane olmak üzere toplam 357 adet silo hizmet vermektedir.

Son olarak silolara doldurulan katı atıklar tırlar vasıtasıyla Avrupa yakasında Odayeri düzenli depolama alanı, Kemberburgaz(Hasdal) vahşi depolama alanına; Asya yakasında ise Kömürcüoda düzenli depolama alanına nakledilmektedirler.

Faaliyette olan toplam tır sayısı: Halkalı 21, Yenibosna 31, Baruthane 21, Hekimbaşı 22 ve Aydınli'da 19 olmak üzere toplam 114 adettir.

Düzenli depolama alanlarına gelen atıklar sızdırmazlığı sağlanmış, sızıntı suları özel borularla toplanan ve gaz bacaları yerleştirilmiş bölgelere hücreleme metodu ile depolanmaktadır ve günlük olarak atığın üstü toprakla örtülmektedir.

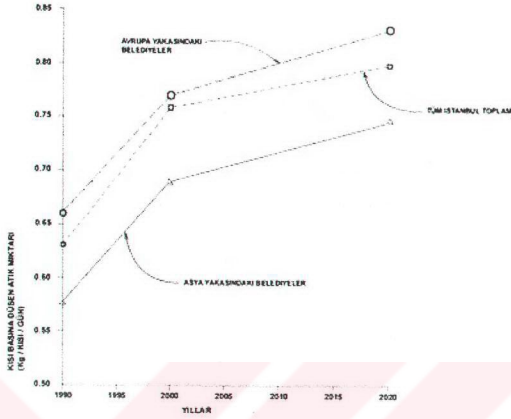
İstanbul'da bu sistemle çalışan 6 adet katı atık aktarma istasyonu mevcuttur. Bu istasyonlardan 5 tanesi faaliyettedir. Bir tanesinin (Küçükbakkalköy Aktarma İstasyonu) ise inşası tamamlanmış olup henüz faaliyete alınmamıştır. Normal kapasitesi 700 ton/gün (max. 1400) olarak planlanan tesis 5 peron ve 1 adet kompaktöre sahiptir (İSTAÇ).

Çizelge 5.1 Aktarma istasyonlarına ait genel bilgiler(İSTAÇ)

	BARUTHANE	YENİBOSNA	HALKALI	AYDINLI	HEKİMBAŞI	TOPLAM
PLANLANAN KAPASİTE (TON/GÜN)	700 (max.1400)	1500 (max.2500)	1500 (max.2500)	1500 (max.2500)	1500 (max.2500)	6700 (max.11500)
FİİLİ KAPASİTE ORTALAMA (TON/GÜN)	1750	2100	1700	1000	1650	8200
PERON SAYISI	5	10	10	10	10	
KOMPAKTÖR S.	2	2	2	2	2	
İSTASYONA DÖKÜM YAPAN KURUM VE KURULUŞLAR	BEYOĞLU ŞİŞLİ KAĞITHANE EYÜP SARİYER BEŞİKTAŞ M. SARAYLAR İSKİ (KONTEYNER) ASKERİYE ANAKENT	BAKIRKÖY ZEYTİNBURNU EMİNÖNÜ, FATİH BAĞCILAR BAHÇELİEVLER GÜNGÖREN	AVCILAR G.OSMANPAŞA K.ÇEKMECE BAYRAMPAŞA ESENLER ARNAVUTKÖY B.ÇEKMECE KAVAKLI MİMARŞİNAN YAKUPLU KUMBURGAZ	MALTEPE, KARTAL PENDİK,TUZLA SULTANBEYLİ SAMANDIRA D.HARP OKULU ADALAR PIYADE OKULU	ÜMRANIYE BEYKOZ, KADIKÖY ÜSKÜDAR SARIGAZI ÇEKMEKÖY SULTANÇİFTLİĞİ ALEMDAĞ ÇAVUŞBAŞI Y.DOĞAN İMES S.S. KOOP. Ü.C.EVİ, ASKERİYE MODOKO, DES S.S.	
DÖKÜM YAPAN ARAÇ SAYISI (ORTALAMA)	320	420	293	178	275	1486
FAALİYETE GEÇTİĞİ YIL	TEMMUZ 1996	MAYIS 1995	EKİM 1995	MAYIS 1995	HAZİRAN 1996	
SİLO SAYISI	75	80	70	57	75	357
TIR/KAMYON SAYISI	21	31	21	19	22	114

Katı atık aktarma istasyonları yıl boyunca her gün açık olup, ilçe belediyeleri tarafından toplanan çöpler, günün 24 saati boyunca kabul edilmektedir. Alt ve üst platform olarak iki ana bölümden oluşan çöp aktarma istasyonunda; binanın üst platformunu, çöp araçları çöplerini

silolara boşaltmak için kullanırken, alt platformu, siloları peronlara yerleştiren ve taşıyan tırlar kullanılmaktadır (İSTAÇ).



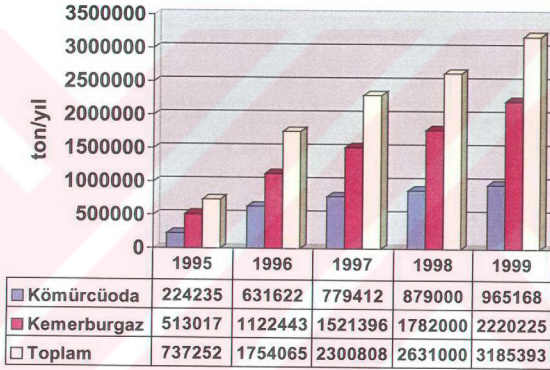
Şekil 5.2 İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde, 1990-2020 yılları arasında kişi başına tahmini atık miktarları (İSTAÇ)

Tıbbi atıklar ise özel olarak dizayn edilmiş tıbbi atık toplama araçları ile hastanelerden toplanmaktadır. Bu araçların kapasitesi 7 ton'dur. Toplanan tıbbi atıklar Odayeri düzenli depolama sahasında bulunan 24 ton/gün kapasiteli yakma tesisinde 1200 °C'de yakılmaktadır. Bu tıbbi atıkların yakılması sonucu elektrik enerjisi Odayeri düzenli depolama sahasının tüm elektrik enerji ihtiyacını karşılamaktadır (İSTAÇ).

İstanbul'daki katı atıkların değerlendirilmesi için henüz bir çalışma yapılmamaktadır. Fakat katı atık yönetim projesi dahilinde Odayeri düzenli depolama tesisinde saha içindeki havuzda biriktirilecek katı atık sızıntı sularından 100.000 nüfusun 20 yıl süre ile elektrik ihtiyacını karşılayabilecek elektrik enerjisi üretilmesi planlanmaktadır. Ayrıca Kemergaz vahşi depolama alanında sebze, meyve ve bahçe atıkları gibi katı atıklardan gübre üretilmesi de hayata geçirilecek projeler arasındadır. Bir diğer projede, Avrupa yakasında ortaya çıkan karışık evsel katı atıkların kaynağa ayrılması ve mevcut diğer katı atıklar ile kompostlaştırılması sonucu çinko, kurşun, bakır ve krom gibi metallerin üretilmesidir (İSTAÇ).

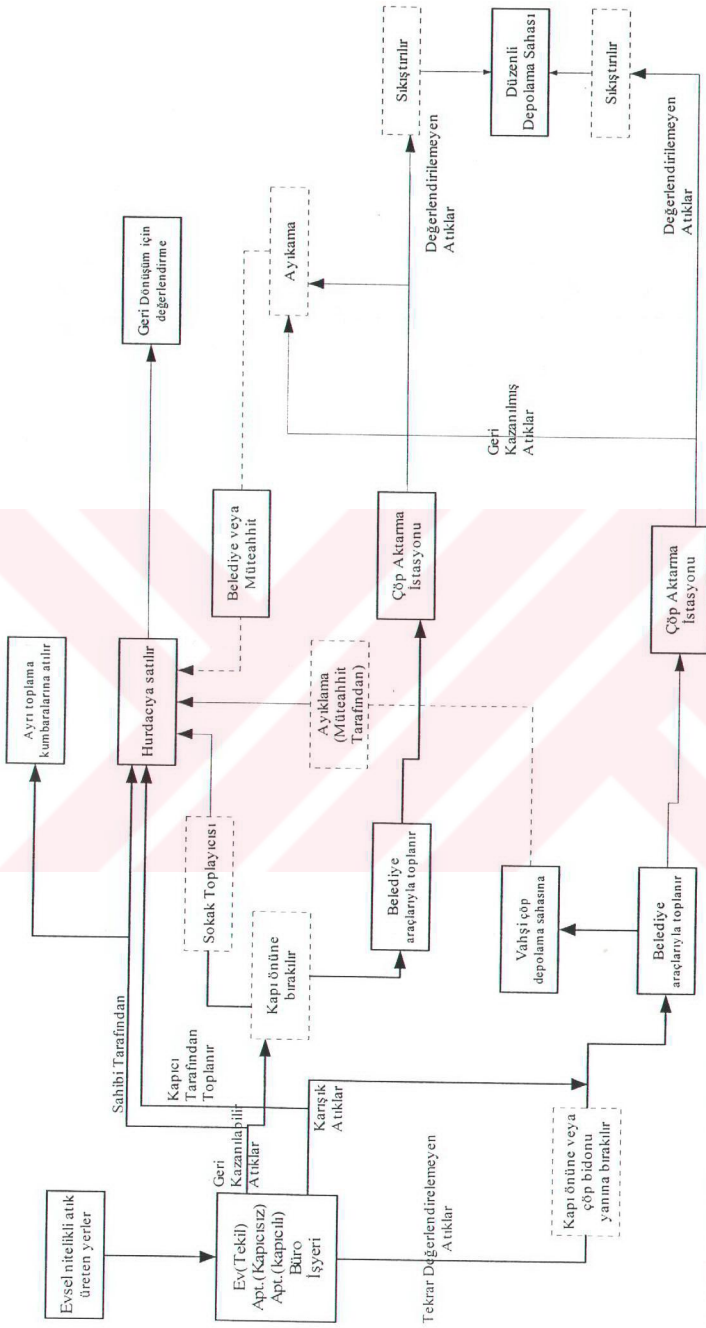
Çizelge 5.2 Katı atıkların bertarafı için kullanılan teknolojiye göre 1 ton atığın yaklaşık bertaraf maliyeti aşağıdaki gibidir(İSTAÇ)

	Bir ton atık için bertaraf maliyeti (\$)
Geri Kazanım	2-8
Düzenli Depolama	8-12
Kompostlaştırma	10-40
Yakma	80-150



Şekil 5.3 Düzenli depolama sahalarında depolanan katı atık miktarları(İSTAÇ)

Aşağıdaki şekilde İstanbul'da katı atık toplama ve bertaraf edilme sistemi akış şeması olarak verilmiştir.



6. KAYNAKTA AYIRMA SİSTEMİNİN UYGULANIŞI

Evsel nitelikli katı atıklar içindeki geri dönüştürülebilir maddelerin, atık üretiminin henüz ilk aşamasında üretici kişi veya kuruluşlar tarafından işe yaramayan atıklar ile karıştırılmadan biriktirilmesi sureti ile geri dönüşümün verimliliğini arttıran sisteme kaynakta ayırma sistemi denir.

6.1 Kaynakta Ayırma Sisteminin Faydaları

Katı atıklar içerisindeki plastik, cam, metal gibi geri dönüştürülebilir maddelerin organik atıklar ile birlikte biriktirilmesi, bu maddelerin organik atıklar ile bir takım reaksiyonlara girmesine ve bunun sonucunda özelliklerini kaybetmelerine sebep olacağından geri dönüştürme yüzdeleri azalacaktır. Fakat kaynakta ayırma sistemi geri dönüştürülebilir maddelerin organik atıklardan ayrı olarak biriktirilmesi ve böylece herhangi bir reaksiyon oluşumuna izin vermemesi prensibine dayandığı için bu maddelerin özelliklerini yitirmeden çok daha fazla miktarda toplanmasına olanak sağlayacaktır. Kaynakta ayırma sistemi, geri dönüşümü olumsuz etkileyebilecek istenmeyen reaksiyonların oluşumunu engelleyeceğinden bu maddelerin özelliklerini kaybetmemesini ve tekrar kullanım sonucu üretilen yeni malzemelerin daha yüksek kalitede olmasını sağlar.

Geri dönüştürülebilir maddeler ile organik atıkların karışık halde bulunduğu katı atıkların bir geri dönüşüm tesisinde ayrılması, daha fazla enerji, işçilik, yıkama ve temizleme gibi ek işlemler gerektirdiğinden ve böyle bir tesisin ile kurulma maliyetinin yüksek olması bakımından pek ekonomik olmamaktadır.

Karışık katı atıklar içindeki bakteri ve mikroplar bir geri dönüşüm tesisinde veya atıkların depolandığı alanlarda atıkları ayırmak suretiyle geri dönüşüme katkıda bulunan işçilerin sağlığını ciddi şekilde tehdit eder. Fakat kaynakta ayırma sistemi, organik atıklar ile geri dönüştürülebilir maddeleri ayrı biriktirdiğinden bu tür etkiler ortadan kalkar. Ayrıca depolama alanlarının yıpranması engellendiğinden sağlık tehditlerinin toplumun daha büyük kesimlerini etkilemesi önlenir.

6.2 İstanbul'da Kaynakta Ayırma Sisteminin Verimliliğinin Arttırılması İçin Alınması Gerekli Önlemler

6.2.1 Eğitimin Arttırılması Açısından Alınacak Önlemler

Gelişmiş ülkelerde uygulanmakta olan geri dönüşüm programlarının belirli politika ve hedeflere göre hazırlanmakta olduğu ve başarılı sonuçlar alındığı belirtilmektedir. Bu programlar, genellikle toplumu aşağıdaki konularda bilgilendirmek ve uygulamalara katılımını teşvik etmek amacıyla hazırlanır.

- Çöp sorununun toplum ve fert yaşamındaki olumsuz etkileri,
- Çöp sorununun ortaya çıkardığı çevresel olumsuzluklar,
- Çöp sorununda fertlerin sorumluluğu ve yapabileceği katkılar,
- Çöplerin geri dönüşümünün çevresel ve ekonomik önemi,
- Geri dönüşümde önemi olan bileşenlerin tanımlanması,
- Geri dönüştürülen çöpleri değerlendirme alternatifleri.

Bu programlarda, hedef konu ile birlikte uygulamaya yönelik ayrıntılı bilgilerde yer almalıdır. Programın zamanlanması, uygulamada hangi ek bilgilere ihtiyaç duyulacağı, uygulama sırasında kaydedilmesi gereken bilgiler, programa katılımı teşvik edecek ve ilginin devamını sağlayacak faktörler v.b. gibi bilgiler programda bulunmalıdır. Katı atıkların kontrolü konusunda hazırlanacak herhangi bir programın öncelikli hedefi, bütün çöp üreticilerinin çöplerini uzaklaştırırken çevresel etkilerini göz önüne alarak daha sorumlu davranmaya teşvik etmek olmalıdır.

6.2.1.1 Eğitim Materyallerinin Hazırlanması

Yazılı ve görsel materyaller

Geri dönüşüm hakkında bilgilendirilecek hedef kitlelere yönelik eğitici materyaller hazırlanabilir. En etkili materyaller televizyon ve gazete reklamlarıdır. Ayrıca, şehrin sürekli görünür yerlerinde bulunan billboardlar, otobüs durakları, otobüslerin dış yüzeyleri, alışveriş poşetleri gibi diğer alternatifler de değerlendirilebilir. Kampanya şeklinde düzenlenecek programlar yılın belirli zamanlarında konulara ve kitlelerin ihtiyaçlarına göre düzenlenebilir. Bu programlar; el ilanları, radyo ve televizyon programları, gazete reklamları ile desteklenir.

Eğitim programları içerisinde hazırlanacak materyaller hedef kitlenin sosyo-ekonomik şartlarına, bölgenin özelliklerine göre hazırlanabilir. İstanbul'da bu uygulama ilçe bazında düzenlenebilir.

Eğitim materyallerinde cam, metal, plastik gibi doğrudan niteliği olan atıkları konu alan broşürler hazırlanabilir. Eğitim kurumları, fuarlar, resmi ve özel idarelerde kullanılmak üzere poster, afiş v.b. görsel materyaller hazırlanabilir. Programlara katılımı teşvik edici olması bakımından promosyon malzemeleri dağıtılabilir. Bu amaçla T-shirt, kalem, rozet v.b. gibi cazip ürünler hazırlanabilir. Bölgenin özelliklerini taşıyan promosyon malzemeleri daha cazip olabilir.

İşyerleri, bürolar, sanayi tesisleri, okullar v.b. sınıflara yönelik eğitici el kitapçıkları hazırlanabilir. Yerleşim birimlerinde, ilgili belediyelerin kendi programlarını nasıl uygulayacakları konusunda açıklayıcı el kitapları hazırlanabilir.

Seminer programları

Belirlenecek atık üretici gruplarına, karılımin en yüksek olacağı zamanlarda seminer, konferans gibi etkinliklerle eğitici bilgi verilebilir. Bu tür etkinliklerin özellikle video, slayt gibi görsel materyallerle desteklenmesi, programdan beklenen başarıyı yükseltir.

Seminerler sadece atık üreticilere değil, aynı zamanda bu atıkları toplamak ve bertaraf etmekten sorumlu birimlere de verilmelidir. Eğitici seminerler büyük bir salonda kalabalık bir kitleye verilebileceği gibi, uygulama sahasında ve daha küçük bir gruba da verilebilir.

Uygulama ve teknik destek

Okullar, büyük şirketler, kamu binaları gibi belirli grup veya toplulukların yaşadığı mekanlara eğitim materyalleri ilgili idare tarafından götürülerek, geri dönüşüm uygulamaları tatbiki olarak yerinde gösterilebilir. Bu tür yerlere başlangıç adımı olarak kağıt, cam, metal, plastik toplama kapları ücretsiz olarak verilebilir. Teknik destek, maddi durumu iyi olmayan okullara mümkünse sürekli yapılabilmelidir. Büyükşehir ve ilçe belediyelerinin cadde, sokak ve çeşitli merkezlere koyacağı toplama kapları teknik destek kapsamında değerlendirilmemelidir.

6.2.2 Ayrı Biriktirme ve Toplama Açısından Alınacak Önlemler

Çöplerin kaynağında (ev, büro, işyeri gibi yerler) ayrı toplandıktan sonra nereye bırakılacağı ve kimler tarafından hangi sıklıkta alınacağı konusunda halkın sürekli bilgilendirilmesi gerekir. Mevcut toplama sisteminde, çöp bidonları belediye tarafından boşaltılmadan önce sokak toplayıcıları tarafından karıştırılmakta ve geri kazanılabilir özellikte olan çöpler toplanmaktadır. Çöplerini sürekli olarak sokağındaki çöp bidonlarının içine bırakan vatandaşların yapması gereken en iyi iş, ayrı bir torbada biriktirdikleri geri kazanılabilir

atıklarını çöp bidonlarının içine değil, yanına bırakmaktadırlar. Bu şekilde ilçe belediyelerinin hali hazırda uygulanan toplama sistemlerinde bir değişiklik yapmadan sadece değerlendirilebilir çöpleri sokak toplayıcılarına bırakarak devam etmeleri mümkün olacaktır.

Sokaklarda ve caddelerde bulunan normal çöp toplama kaplarının bulundukları yerlerde kullanımı devam ettirilmelidir. Mevcut çöp bidonlarının yanına geri kazanılabilir atılar için ayrıca bir toplama kabının konulması düşünülebilir. Ancak mevcut sistem gözden geçirildiğinde, böyle bir uygulama, belediyeye gereksiz ve büyük bir mali külfet getirecek, sonuçta bu masrafın geri dönüşü olmayacaktır. Çünkü bugün için halkımızın büyük çoğunluğu ayrı toplama yapmadığı gibi, yapanların atıkları da sokak toplayıcıları tarafından sabahın erken saatlerinden itibaren yani belediye araçları almadan önce toplanmaktadır.

Geri kazanılabilir atıkların mevcut çöp bidonlarının dışında ve uzağında kumbara veya kutularda toplama işinin benimsenmesinde, uygulamanın yapılacağı bölgede yaşayan insanların sosyo-ekonomik ve kültürel özelliklerinin büyük önemi vardır. Bu faktörler göz önünde bulundurularak yapılan seçimde İstanbul ilinde kumbara ve kutuların konulacağı başlıca semtler aşağıda belirtilmiştir:

Ataköy, Yeşilköy, Bakırköy, Taksim, Beşiktaş, Mecidiyeköy, Kadıköy, Bostancı, Levent, Etiler, Şişli, Maltepe gibi gelir ve sosyal seviyenin yüksek olduğu diğer semtler...

Bu semtlerin dışında özellikle E-5 karayolunun kuzeyinde kalan semtlerde de halkın toplu halde bulunduğu yerlerde kumbara veya kutular konularak zaman içerisinde konu burada yaşayan vatandaşlara da benimsenilmeye çalışılmalıdır.

Yukarıda belirtilen semt veya ilçelerde kumbara veya kutular, halkın sürekli uğradığı ve toplu halde bulunduğu yerlere yakın kolaylıkla görülebilecek ve ulaşılabilir yerlerde olmalıdır. Ancak kumbara ve kutuların konulacağı yerlerin seçiminde emniyet ve güvenlik faktörleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca boşaltma araçlarının kolaylıkla bu kumbara ve kutulara yanaşabilmesi ve boşaltmanın kolay ve etrafı rahatsız etmeden yapılacak şekilde olmasına dikkat edilmelidir.

Geri kazanılabilir atıkların ayrı ayrı veya karışık bir şekilde toplanabilmeleri için toplama kaplarının (kutu, bidon, kumbara v.b.) konulabileceği merkezler aşağıda verilmiştir:

- Büyük alışveriş merkezleri: Carrefour, Metro, Migros, İsmar gibi marketlerin otopark sahaları içerisinde vatandaşın kolayca görebileceği ve ulaşabileceği bir yerde cam, plastik, metal atıklar için kumbaralar konulabilir. Atıkların ayrı ayrı veya birlikte toplanması daha sonra yapılacak bir ayırma işleminin olup olmamasına bağlıdır.
- Alışveriş ve eğlence merkezleri: Akmerkez, Capitol, Galeria, Atrium, Carroussel, Tatilya

gibi yerler.

- Sabit semt pazarları.
- Tren istasyonları.
- Metro istasyonları girişleri.
- Çok katlı apartmanların bulunduğu yerler, siteler.
- Deniz otobüsü iskeleleri.

Yukarıda belirtilen semt ve merkezlerin bir çoğunda halihazırda atık camların toplanması için konulmuş kumbaralar mevcuttur. Şişe Cam fabrikalarına ait olan bu kumbaraların sayısı 170 civarındadır. Bu kumbaralar yan yana iki adet olup, birisine renkli şişeler, diğerinde ise renksiz olan şişeler toplanmaktadır.

İstanbul'da başlıca deniz otobüsü iskeleleri ile alışveriş merkezleri olmak üzere birçok yerde karton içecek kutularının toplandığı ve TetraPak tarafından konulan toplama kutuları mevcuttur. Karton kutuların %75'i kağıt, %20'si saf polietilen, %5'i folyodur.

İstanbul'da atık kağıtların sokaklardan toplanması için belediyenin bir organizasyona girmesi, bu amaçla sokaklara bidonlar koymasına günümüz şartlarında gerek yoktur. Bu işlemin güvenli tarafı olmadığı gibi, pratik olarak uygulanabilmesi de mümkün değildir.

6.3 Toplama Kaplarının Tip ve Boyutlarının Belirlenmesi

Ayrı toplama işinin yapıldığı bir ev ortamında çöplerin sağlıklı ve güvenli bir şekilde biriktirilmesinde, seçilecek toplama kaplarının önemli bir yeri vardır. Özellikle hızlı bozulacak ve koku yapacak türden çöplerin en kısa sürede evden uzaklaştırılması gerekirken, ambalaj atıkları gibi koku yapmayan geri kazanılabilir atıkların toplandığı kaplar doluncaya kadar bekletilebilir. Dolayısıyla her evde ev halkının yaşama şekline, evin büyüklüğüne, çevre duyarlılığına v.s. gibi birçok faktöre bağlı olarak değişecek bir toplama işlemi ve toplama kabı kullanımı söz konusu olabilir. Buna rağmen, her ev halkının rahatlıkla uygulayabileceği ortak bir toplama şekli olabilir. Bu toplama şeklinde kullanılacak kaplar atığın cinsine göre aşağıdaki gibi seçilebilir:

Geri kazanılabilir çöpler

Büyük çoğunluğunu ambalaj atıklarının oluşturduğu bu çöpler için değişen boyutlarda plastik torba kullanılması en uygunudur. Alışverişlerden kalan plastik poşetler de bu şekilde değerlendirilmiş olacaktır. ayrıca kullanılmayan karton kutularda bu amaçla değerlendirilebilir. Plastik torba veya karton kutu seçimi tümüyle o mekanda yaşayan

insanların isteğine ve ellerindeki imkanlara bağlı olarak değişecektir. Bir süre plastik torba kullandıktan sonra istenirse karton kutu kullanılabilir.

Organik çöpler ve tekrar değerlendirilemeyen çöpler

İstanbul ilinde bir kompostlama tesisi Aralık-2000 döneminde hizmete girecektir, bu yüzden evlerde ortaya çıkan organik karakterli çöplerin, ayrı toplanması ayrı bir önem kazanmıştır. Organik atıkların hızlı bozunmalarından dolayı, yaşanan mekânlardan hemen uzaklaştırmak istenir. Bu durumda kullanılacak toplama kabının günlük olarak boşaltılması gerekebilir.

Organik özellikteki çöplerin toplanması da önemli bir sorunda, hangi torbalarda toplanacağı konusudur. Diğer çöpler için plastik torbaların kullanımı mümkün iken kompost yapmak amacıyla toplanan organik çöplerin plastik torbalarda toplanması, bu torbaların biyolojik bozunabilirliğinin güçlüğünden dolayı kompost tesisinde istenmezler. Bunun yerine kağıt veya karton türü kolaylıkla biyolojik olarak bozunabilir torbalarda biriktirmek daha uygundur. Ancak kağıtların ıslanarak içindekileri tutamaz hale gelmesi de bir diğer sorundur. Dolayısıyla organik çöpler için kullanılacak torbaların kompost sürecine uygun olması ve işlemi engellemesi gerekir.

Bozunabilir özellikteki çöpler için en uygunu plastik çöp torbalarında biriktirmek ve plastik bir kovada toplamaktır. Plastik poşetler günlük olarak doldurulur, ağzı bağlanır ve bu şekilde ağzı kapaklı kova veya bidona konur. Kovanın ikinci bir çöp torbası olmasında fayda vardır. Bu şekilde kovanın birkaç gün kullanılması mümkün olacaktır. ayrıca birinci torbalarda oluşacak herhangi bir sızma veya dökülmeye karşıda tedbir alınmış olur. Kova, dolduktan sonra veya koku oluşma problemi varsa henüz dolmadan da sokak bidonlarına boşaltılabilir.

Evlerde veya işyerlerinde kullanılacak bidonların hacmi o mekânda yaşayan insanların sayısına ve beslenme alışkanlıklarına göre değişir. Kapasitesi 5 litre olan bir çöp toplama kabı, 2 kişilik bir aile için yeterli olabilirken, 5 kişilik bir aile için 10-15 litre hacminde bir kap gerekebilir. Her bir durum için kullanılacak kapların ağzı mutlaka kapalı olmalıdır.

Kağıt-karton atıkların toplanması

Kağıt-karton atıklar için;

Plastik torba: Küçük kağıt parçaları için,

Karton kutu: Büyük kağıt parçaları, gazete, dergi, karton parçaları v.b. için kullanılabilir.

Evlerde işyerlerinde kullanılacak torba veya kutunun belirli boyutlarda olması şart değildir.

Daha önce kullanılmış herhangi bir plastik torba veya karton kutu, atık kağıt ve kartonları biriktirmek için değerlendirilebilir. Bu torba veya kutu dolduğunda kapıcıya verilerek değerlendirmesi istenir veya doğrudan hurdacıya satılır. Eğer bulunulan semtte bir kağıt toplama kampanyası faaliyeti var ise, toplanan kağıtlar bu kampanyalarda değerlendirilebilir. Mevcut sistemde kağıt ve karton temiz bir şekilde çöp bidonlarının yanına bırakılması halinde sokak toplayıcıları tarafından toplanmaktadır. Bu uygulamaya halkın daha büyük bir kısmının katılımını teşvik etmekte atık kağıtların geri kazanımı açısından oldukça önemlidir. Bunun ilk bakışta fertlere faydası yokmuş gibi gözükse de, sonuçta ülke ekonomisine bir katkı olacağı için yapılması gereken bir davranış olduğu bilinmelidir.

6.4 Ayır Biriktirme ve Toplama için Uygulama Modeli

Ev, büro, işyeri v.b. yerlerde ayrı biriktirme konusunda takip edilecek adımlar aşağıda verilmiştir:

- Geri kazanılabilir atıklar ve kağıt-karton atıklar için ayrı iki biriktirme kabı kullanılmalıdır.
- Tekrar değerlendirilemeyen atıklar için, daha öncede kullanılan toplama kapları kullanılabilir. Ancak, yukarıda belirtilen atıklar ayrıldığı için mevcut toplama kaplarının kapasitesi büyük gelebilir. İstenirse daha küçük kapasitede bir kap kullanılabilir. Belediye tarafından çöp bidonlarının boşaltılma işleminin aksaması göz önünde bulundurularak, evde kullanılan çöp bidonlarının yeterli büyüklükte olması da gerekebilir.
- Geri kazanılabilir atıklar kesinlikle normal çöplerle karıştırılmamalı, bunlar ayrı olarak kapı önüne konulmalıdır. Belediyenin bu atıkları toplama ile ilgili sorunu varsa, atıklar belediye araçlarının gelişine göre dışarı çıkarılmalıdır. Böyle bir organizasyon yok ise, sokak toplayıcılarına verilmeli veya hurdacılara satılmalıdır.

Kartonlar kutuya katlanarak atılmalıdır. Aksi takdirde, karton atıklar fazla yer kaplayacak ve kağıt kutusu kısa sürede dolacaktır. Kağıt kutusu sürekli kapalı tutulmalı, kağıtlar kutuya sıkı bir şekilde bastırılmalıdır. Kağıt-karton atıklar da yukarıdakine benzer şekilde değerlendirilmelidir.

İlçe belediyelerinin, çöpleri toplama konusunda oluşturacakları yeni sistem için ilk uygulamayı pilot olarak başlatarak, buradan elde edilecek bilgiler ışığında uygulama ilçenin tamamına yayılmalıdır.

Geri kazanılabilir özellikteki atıkların nispeten fazla olduğu tahmin edilen veya bilinen gelişmişlik seviyesi yüksek olan bir ilçe seçilerek, ilçe belediyesinin de katılımı ile pilot uygulama başlatılır. Bu uygulamada, sadece ambalaj atıkları gibi değerlendirilebilir özelliği olan atıkların toplanması hedeflenmeli, sistemin benimsetilmesinden sonra atıkların daha alt

sınıflara ayrılarak toplanması işlemi denenmelidir.

İlçede, öncelikle atıkların biriktirilmesi ve toplanması projesi pilot bölge olarak seçilecek bir semt veya toplu konut alanında (çok katlı binalar) uygulanmalıdır. Karşılaştırma yapılabilmesi için aynı ilçede tek katlı evlerin bulunduğu bir semt veya sokakta da benzer bir uygulama yürütülmelidir.

Projede atıkların toplanması birkaç şekilde gerçekleştirilebilir;

- Belediye araç ve elemanlarıyla kapı önlerinden (sokak bidonlarından) alınması,
- Kumbara sistemi ile belirli yerlerde toplanması,
- Sokak toplayıcılarına toplatılması.

Her bir toplama sisteminde, fertlerin projeye katılımını teşvik etmek amacıyla plastik torba dağıtılabilir. Ancak, projeye başlangıç safhasında, mukayese yapabilmek için bir ay süreyle torba verilmeyip, kendiliklerinden toplama yapmaları gözlenmeli, daha sonra torba verilmelidir. Bu suretle, halkın toplama sistemine olan ilgi ve desteği gözlenmiş olacaktır.

Toplama sisteminin özellikle kapıcılar tarafından benimsenmesi ve desteklenmesi için, çeşitli hediye dağıtım kampanyaları düzenlenebilir. Ancak, bunun sürekli olması mümkün olmayacağından, bu kampanyaların bağımlılık yapmayacak ölçüde olmasına dikkat edilmelidir.

1. Uygulama: Vatandaşların geri kazanılabilir çöplerini plastik torbalar içinde kapı önlerindeki çöp bidonlarının yanına koymaları istenir. Bu torbaların belediye tarafından hangi gün ve saatlerde alınacağı daha önceden ilan edilir. Vatandaşlardan, torbaları istenilen saatlerde çıkarmaları gerektiği belirtilir. Toplama araçları belediyeye ait olup, üzerine “geri kazanılabilir atıklar” yazılı bir afiş asılır. Toplama işini belediye elemanları yapar.

2. Uygulama: Projenin uygulandığı semt veya sokağın içine veya yakınına bir yere kumbaralar yerleştirilir. Kumbaraların boyutları, toplanacağı tahmin edilen atık miktarına ve boşaltma sıklığına göre 1 m³ ile 3 m³ arasında seçilebilir. Ancak, seçilecek kumbara büyüklüğüne uygun bir boşaltma aracının belediyede olup olmadığına dikkat edilmelidir. Geri kazanılabilir çöplerin, kumbaralara atılması için vatandaşlar çeşitli şekillerde motive edilmelidir. Belirli zamanlarda kumbaralar boşaltılarak, içindeki malzemeler geri dönüşüm yerlerine satılır veya doğrudan verilebilir.

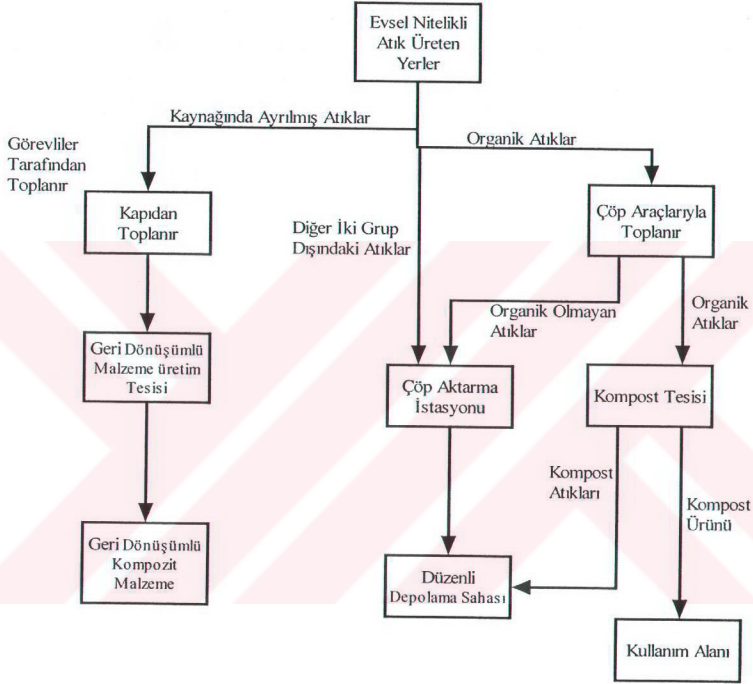
3. Uygulama: Bu uygulamada, geri kazanılabilir çöpler tümüyle sokak toplayıcıları tarafından toplanır. Belediye toplama işine girmez. Bu sistemde, yine vatandaşların geri

kazanılabilir atıklarını, ayrı torbalarda biriktirerek, kapı dışına veya çöp bidonlarının yanına bırakmaları istenir. Bu uygulamada belediyenin herhangi bir masrafı olmayacaktır. Ancak, sokak toplayıcılarının seçici davranarak, bazı çöpleri almaması (örneğin bazı plastik türleri gibi) durumunda, bu çöplerin nasıl toplanacağı problem olabilir. Dolayısıyla, bazı geri kazanılabilir atıklar diğer işe yaramayan çöplerle birlikte depolama sahasına götürülmüş olacaktır.

Geri kazanılabilir atıkların belediye tarafından ekonomik bir kazanç elde etmek amacıyla toplanması isteniyorsa, kurulacak sistemin çok iyi kontrol edilmesi ve izlenmesi gerekmektedir. Bu tür bir uygulamada, çöplerin belediye elemanları dışında toplanması halinde, yaptırımı olacak cezai işlemlerin uygulanması gündeme gelecektir. Bu toplama sisteminde belediyelerin, ilçelerindeki çöp müteahhitleri ile anlaşma yoluna gitmeleri ve toplama işinin bu müteahhitlere ihale yoluyla verilmesi gündeme gelebilir. Bu sistemde sokak toplayıcıları tarafından belediye adına, belediye araçları ile geri kazanılabilir atıklar toplanarak doğrudan müteahhitlere değerlendirilir veya benzer uygulamada, müteahhide ait araçlarla çöpler sokak toplayıcıları tarafından toplanır, belediyeye belirli bir ücret ödenir.

Bu uygulamaların bir sentezi olarak şöyle bir uygulama yapılması mümkündür:

Hurda atıklarının toplanması için bir şirket kurulması teklif olunur. Bu şirket, sokak toplayıcılarını işe alır. Toplama işini üstlenir. Organik atıklar her gün eski sistemde olduğu gibi toplanır. Kaynakta ayrılan çöpler ise haftada bir gün toplanır. Önceden ilan edilen bu toplama zamanında, şirket tarafından işe alınan sokak toplayıcıları kapı kapı dolaşarak çöpleri elden toplarlar. Böylece kimin çöplerini ayrı topladığı ve kimin çöplerini ayrı toplamadığı belirlenir. Çöplerini ayırmayan kişilerin çöpleri toplanmaz, böylece bir ceza uygulanmış olur. Bunun sonucunda çöplerini ayrı toplayanlara bir teşvik olması açısından, çöplerini ayrı toplayan kişiler, çöp vergisinden belirli bir indirimden faydalanırlar veya çöp vergisinden muaf tutulabilirler. Sokak toplayıcılarına toplanan atık miktarı kadar bir prim uygulaması da yapılabilir. Böylece sokak toplayıcısı daha çok ayrıştırılmış atık teslim etmek isteyecek, atıklarını topladığı kişiler de, daha çok kaynakta ayırma yaparak bu sisteme katkıda bulunmuş olacaklardır.



Şekil 6.1 Kaynakta ayırma sisteminin akış şeması

7. MALZEME ÜRETİMİNDE KULLANILAN DENEY DÜZENEĞİ VE ÇALIŞMA PLANI

7.1 Malzeme Üretiminde Kullanılacak Katı Atıkların Bileşimi ve Özellikleri

Çalışmada kullanılan malzemeler İstanbul'un evsel katı atıklarında bulunan plastik,cam,metal ve seramik türündeki malzemelerdir. Bu malzemelerin katı atıklardaki oranı daha önce Çizelge 4.4'te verilmiştir. Tüm katı atıklar içinde %19,9 oranına ulaşan bu malzemeler aynı oranlarda alınıp malzeme üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu durumda üretilecek malzeme içerisindeki yeni oranlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir:

Çizelge 7.1 Üretilen malzemenin bileşimi

Malzeme	Üretilen malzeme bileşimindeki oranı(%)
Plastik	47,7
Seramik	22,1
Cam	19,1
Metal	11,1
Toplam	100

Plastik malzemeler PVC, PE, PET, PS, PP çeşidinden termoplastik malzemelerdir.

Seramik malzemeler; fayans, tabak, fincan v.b...

Cam malzemeler; cam şişeler, kavanozlar v.b...

Metal malzemeler; meşrubat kutuları (bilindiği gibi bu meşrubat kutuları alüminyum ve çelikten yapılmaktadır), konserve kutuları, yağ tenekeleri v.b...

Toplanan bu malzemeler öncelikle bir kırma/öğütme prosesinden geçirilmiştir. Böylelikle seramik ve cam malzemeler -75µm+38µm boyutuna, metal malzemeler ise -500µm+250µm boyutuna öğütülmüştür. Plastik malzemeler ise sadece kırma işleminden geçirilmiş ve granül haline getirilmiştir.

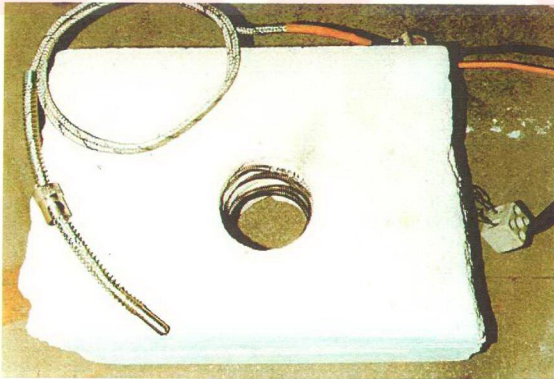
7.2 Deney Düzeneği

Malzemenin üretimi için bir kalıp hazırlandı. Bu kalıp, 30 mm. çapında, 60 mm. yüksekliğinde silindirik demir borudur. Kalıbın üst ve alt tarafı açık olup malzemeyi çıkarmak için kullanılmıştır. Üst ve alt tarafını ergitme ve presleme sırasında kapatması için 30 mm. çapında iki adet metal para şeklinde parçalar hazırlanmış ve kalıbın üst ve alt kısmına yerleştirilmiştir (Şekil 7.1).



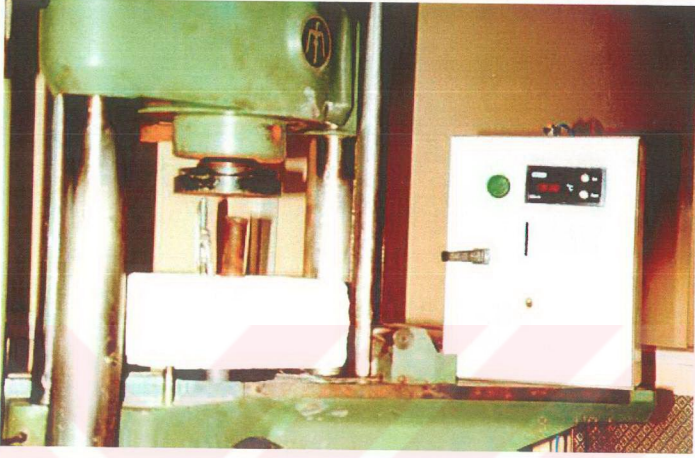
Şekil 7.1 (1) Kalıbın üst ve alt tarafını kapatmakta kullanılan parça, (2) Kalıp, (3) Preslemeye yardımcı olan parça

Bu kalıbı ısıtmak için elektrik rezistanslı bir fırın yapıldı (Şekil 7.2).



Şekil 7.2 (1) Fırın, (2) Fe-Const termokupl

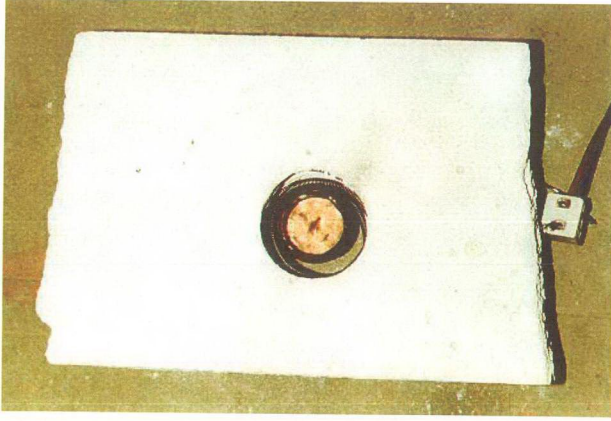
Fırın, termoelementi demir-konstantan (Fe-Const) olan kumanda sistemine bağlandı. Malzemenin üretimi sırasında sıcaklık ve ardından basınç uygulanacağı için, kalıp ve fırın birlikte basma cihazının üzerine yerleştirildi (Şekil 7.3).



Şekil 7.3 Kumanda sistemi ve presleme işleminin yapıldığı basma cihazının yakından görünümü, (1) Fırın, (2) Sıcaklık kumanda sistemi

Demir-konstantan termoelement kullanmamızın nedeni, bu tipteki termoelementlerin 0-400°C sıcaklık aralığında daha hassas ölçüm yapmasıdır.

Alt tarafına önceden hazırlanmış olan para şeklindeki parça yerleştirilen kalıp, ön ısıtma yapmak için, fırın içerisinde belirli bir süre tutuldu. Katı atıklardan alınan ve kırılıp/öğütülen malzemeler gerekli oranı sağlayacak şekilde tartıldıktan sonra ön ısıtması yapılmış kalıbın içine konuldu. Kalıp tekrar fırına yerleştirildi (Şekil 7.4). Ergitme esnasında homojen malzeme dağılımını sağlamak ve homojen sıcaklık dağılımını sağlamak için kalıp içindeki karışım belirli aralıklarla karıştırıldı. Yeterli zaman geçtikten sonra kalıbın üst tarafına hazırlanmış olan para şeklindeki parça yerleştirildi ve presleme işlemi gerçekleştirildi. Bu aşamadan sonra fırından çıkarılan malzeme havada soğumaya bırakıldı. Tamamen soğuduktan sonra kalıbın içinden çıkarıldı.



Şekil 7.4 Kalıbın fırına yerleştirilmiş durumdaki görünümü, (1) Fırın, (2) Kalıp



Şekil 7.5 Presleme işleminin yapıldığı basma cihazının uzaktan görünümü

Yapılan deneyde tane boyutları, sıcaklık, sıcaklık uygulama süresi parametreleri değiştirilmiştir.

Uygulanan presleme basıncı değeri ise tabloda yer almayan ilk birkaç numunenin üretimi sırasında belirlenmiş ve 1 numune hariç tüm üretilen numunelerde aynı presleme basıncı uygulanmıştır.

Çizelge 7.2 Numunelerin üretim şartları

Numune numarası	Sıcaklık (°C)	Tane Boyutu (μm)	Süre (dk)	Uygulanan Basıncı (kg/cm ²)
1	215	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	60	110
2	225	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	75	110
3	210	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	55	110
4	235	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	64	110
5	249	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	45	110
6	244,5	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	65	110
7	252	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	55	110
8	276,5	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	60	110
9	258	-38 Cam ve Seramik -250+125 Metal	65	110

Çizelge 7.2 devamı Numunelerin üretim şartları

Numune numarası	Sıcaklık (°C)	Tane Boyutu (µm)	Süre (dk)	Uygulanan Basınç (kg/cm ²)
10	257	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	55	110
11	255	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	60	110
12	259	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	70	110
13	269	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	65	110
14	242	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	70	110
15	236	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	65	110
16	230	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	60	110
17	280	-75+38 Cam ve Seramik -500+250 Metal	60	96

8. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Deneyisel çalışma periyodu içerisinde karşılaşılan problemler, izlenen parametreler ve elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

8.1 Deneyisel Çalışma Esnasında Karşılaşılan Problemler

Deneyde kullanılan malzemelerin alt kategorileri üzerine şimdiye kadar kapsamlı bir çalışma yapılmadığından; örneğin, plastik malzemeler içerisinde hangi oranda PE, hangi oranda PP malzemesi bulunduğu kesin olarak belirlenememiştir. Sonuçta, deneyde kullanılan malzemeler, katı atık kompozisyonundan aynen alındığı için bunun bir sorun yaratacağı düşünülmektedir.

Deney sırasında karşılaşılan en büyük sorun ısıtma problemi olmuştur. Deney esnasında kalıbımızın üst tarafı açık olduğundan ısı kaybı yüksektir. Ayrıca boyutları küçük olduğundan, termokupl ile sıcaklık ölçme esnasında bazı sorunlar yaşanmıştır. Kumanda sisteminin termostati tam ayarladığımız sıcaklığa geldiğinde devreyi kestiği halde, sıcaklık göstergesi yaklaşık 10°C daha yüksek sıcaklığı göstermeye devam etmiştir. Bu sebeple sıcaklık ölçümü sırasında ufak sapmalar olması doğaldır.

Deney sonrası numuneler üzerinde yapılacak mukavemet deneyleri ile ilgili olarak; kalıbımızın boyutları yeterli büyüklükte olmadığından bir çekme numunesi boyutunda numune üretilenmemiştir.

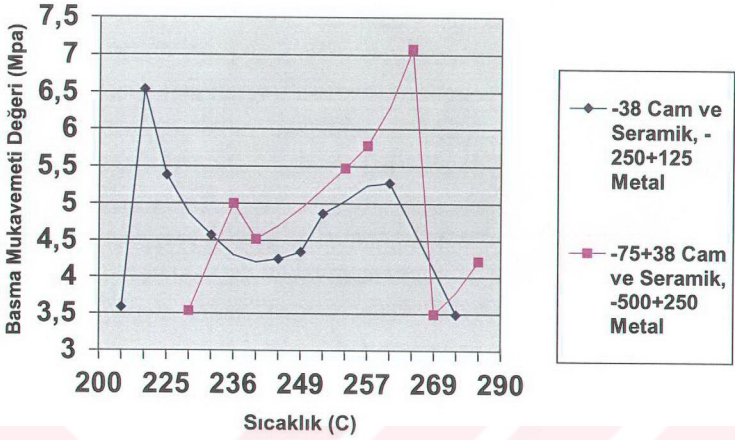
8.2 Basma Mukavemeti

Üretilen numuneler öncelikle basma mukavemeti değerinin ölçülmesi için, bu teste tabi tutulmuştur. Bu test sonucunda elde edilen değerler çizelge 8.1'de verilmiştir.

Çizelge 8.1 Numunelerin basma mukavemeti değerleri

Numune numarası	Basma Mukavemeti (Mpa)
1	6,528
2	5,376
3	3,590
4	4,570
5	4,340
6	4,246
7	4,857
8	3,494
9	5,278
10	5,776
11	5,477
12	7,08
13	6,796
14	4,516
15	5
16	3,54
17	4,223

Bu tabloda ilk 9 numune çizelge 7.2'dende görüleceği gibi küçük tane boyutlu, diğer 8 numune ise daha büyük tane boyutlu malzemelerden üretilmiştir. Bu sebeple farklı tane boyutunun olduğu numuneler kalın punto ile yazılmıştır. Bu tablodaki değerleri birde grafik üzerinde görelim:



Şekil 8.1 Numunelerin basma mukavemeti değerleri

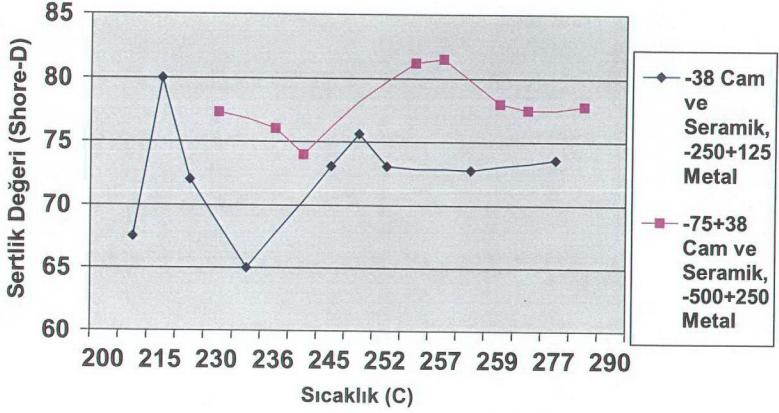
Basma mukavemeti değeri, iyi bir referans olması açısından ilk olarak yapılan mukavemet deneyidir. Tablodan da görüldüğü gibi, küçük tane boyutlu numunelerde düşük sıcaklıkta yüksek mukavemete erişilmektedir. Bunun sebebi, malzemenin tane boyutu küçük olduğu için arayüzey alanı fazladır ve sıcaklığın tane aralarına difüzyonu kolaylıkla gerçekleşir. Büyük tane boyutlu numunelerde ise arayüzey alanı daha az olacağı için sıcaklığın iyi nüfuz edip, ergitmeyi sağlaması yüksek sıcaklıklarda mümkün olmaktadır. Buna göre küçük tane boyutlu numunelerde yüksek basma değerine düşük sıcaklıklarda, büyük tane boyutlu numunelerde yüksek basma değerine yüksek sıcaklıklarda ulaşılmıştır.

8.3 Sertlik

Sertlik ölçme yöntemi olarak plastiklerin sertliğini ölçmekte kullanılan Durometre (Shore-D) sertlik ölçme yöntemi kullanılmıştır. Standart test numaraları (ISO 868, DIN 53456, TS 1181) Durometre cihazının basınç uygulanan kısmına bağlı ince uçlu bir ayağı bulunmaktadır. Bu ayak temeli tamamen yüzeye değecek şekilde bastırıldığında göstergede okunan değer, sertlik değeri olarak kaydedilmektedir. Test sonuçları 0'dan 100'e kadar bölümlenmiş bir göstergeden okunmakta olup, elde edilen birimin değeri yoktur. Alınan sonuçlar çizelge 8.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 8.2 Numunelerin sertlik değerleri

Numune numarası	Shore-D Sertlik Değeri
1	80
2	72
3	67,5
4	65
5	75,6
6	73,1
7	75,6
8	73,6
9	72,8
10	81,5
11	81,2
12	78
13	77,5
14	74
15	76
16	77,3
17	77,8



Şekil 8.2 Sertlik değerinin grafiklerle gösterimi

Durometre'ye basınç uygulanır uygulanmaz okunan değerler, basınç uygulamasından sonra bir süre bekleyip okunan değerlerden farklıdır. Bu nedenle Rockwell serliği de tercih edilmektedir.

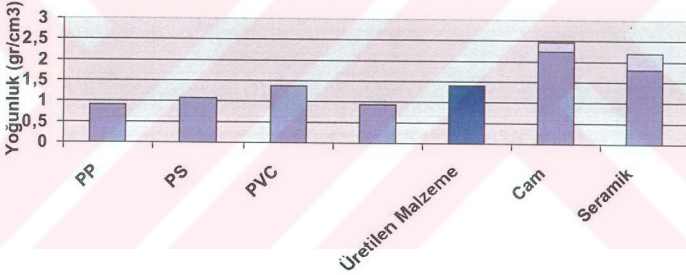
Sertlik değerleri numunelerin üretim şartlarına göre farklı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçların numunelerin basma değerleri ile benzer bir grafik ortaya çıkarması bize göstermektedir ki üretim şartları numunelerin özelliklerini etkileyen birinci parametredir. Küçük tane boyutlu numunede düşük sıcaklıkta yüksek sertliğe ulaşılırken, büyük tane boyutlu numunede ise daha yüksek sıcaklıkta yüksek sertliğe ulaşılmıştır.

8.4 Yoğunluk

Standart test numaraları ASTM D-792-86, BS 2782 (620 A-620 D), ISO R 1183, TS 1310. İnce bir telle bağlanmış olan örnek tartılır. Daha sonra bu örnek suya daldırılarak tekrar tartılır. Havadaki ve sudaki ağırlık farkından yoğunluk kolaylıkla hesaplanır. Numunemizin yoğunluğu ölçüldüğünde bulunan değer $1,4 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Diğer malzemelerle karşılaştırılması Çizelge 8.3'te verilmiştir.

Çizelge 8.3 Malzemenin ve diğer malzemelerin yoğunluk değerleri

Malzeme	Yoğunluk (g/cm ³)
Üretilen Malzeme	1,4
PVC	1,38
PP	0,91
PS	1,07
PE	0,94
Cam	2,25~2,47
Seramik	1,8~2,2



Şekil 8.3 Malzemelerin yoğunluk değerlerinin grafik üzerinde görünümü

Tablodan ve grafikten görüldüğü gibi üretilen malzemenin yoğunluğu plastik çeşitlerinin yoğunluklarından nispeten ağır olmakla birlikte, cam ve seramik malzemelerin yoğunluklarına göre daha düşük yoğunluğa sahiptir.

8.5 Su Absorbsiyonu

Standart test numaraları ASTM D 570-81, DIN 53495, BS 2782 (Part 4, 430 A-430-D), ISO 62, TS 702. Test örnekleri 23°C sıcaklıktaki suyun içerisine daldırılarak 24 saat veya daha fazla bekletilir. Sudan çıkarılan numune temiz bir bez parçasıyla kurulanıp hemen tartılır.

Ağırlığında kaydedilen artış yüzde su absorpsiyonu olarak hesaplanır. Bu şekilde numunemizin su absorpsiyonu %0,7 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 8.4 Su absorpsiyonu karşılaştırma değerleri

Malzeme	Su absorpsiyonu değeri (%)
Üretilen Malzeme	0,7
PVC	0,4
PP	0,05
PS	0,1
PE	0,02
Seramik	%5~10

Tablodan görüldüğü gibi üretilen malzemenin su absorpsiyonu değeri çok küçük bir değerdir. Bu değere göre su absorpsiyonu değeri 0'a çok yakın değer olduğundan, su absorpsiyonu yok denilebilir.

8.6 Elektrik İzolasyon Rezistansı

Standart test numaraları ASTM D 257-83, ISO 1325, DIN 53482, TS 1403. Numunenin yüzeyine yerleştirilen elektrotlara belirli bir gerilim uygulanmaktadır. Numuneden geçen akımın miktarına göre izolasyon rezistansı değeri ölçülür.

Buna göre numune için ölçülen değer 25.10^{13} MΩ ve üzeridir.

Malzemenin delinme gerilimi, ölçülmüş ve 1000 V.'un üzerinde bir değer olduğu saptanmıştır.

Çizelge 8.5 Diğer malzemeler için karşılaştırmalı elektrik izolasyon rezistansı değerleri

Malzeme	Elektrik İzolasyon Rezistansı (MΩ)
Üretilen Malzeme	$>25.10^{13}$
PP	$>10^{13}$
PS	0,1
PE	$>10^{13}$
Cam	10^{15}

8.7 Talaş Kaldırma ile İşlenebilme Kabiliyeti

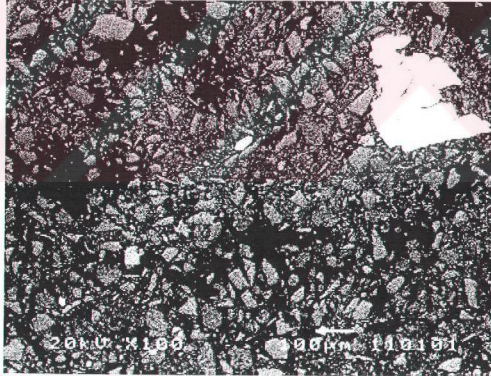
Üretilen malzeme bir torna tezgahı aynasına yerleştirilmiş ve üzerinden talaş kaldırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, malzemenin rahatlıkla şekil alabildiği görülmüştür. Üzerinden kolaylıkla talaş kaldırmak mümkündür ve malzeme işlem sırasında bozunuma uğramamaktadır. Malzemenin bileşiminde, plastik çoğunlukta olduğu için, malzeme üzerinden düşük hızlarda talaş kaldırmak mümkündür.

8.8 Tarama Elektron Mikroskobu(SEM) İncelemesi

Üretilen malzemenin iç yapısı SEM(Scanning Elektron Mikroskobu) de incelenmiştir. Elde edilen görüntüler:



Şekil 8.4 SEM mikroskobunda 50 büyütme ile elde edilen görüntü, (1) Plastik, (2) Cam, (3) Seramik, (4) Metal



Şekil 8.5 SEM mikroskobunda 100 büyütme ile elde edilen görüntü, (1) Plastik, (2) Cam, (3) Seramik, (4) Metal



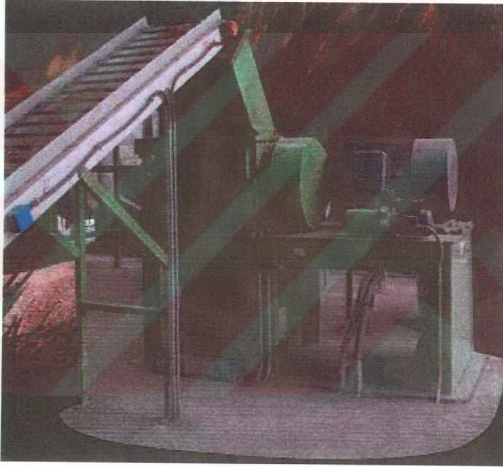
Şekil 8.6 SEM mikroskobunda 350 büyütme ile elde edilen görüntü, (1) Plastik, (2) Cam, (3) Seramik, (4) Metal

Elektron mikroskobu görüntülerinde, plastik içindeki seramik, cam metal parçacıklarının dağılımı açıkça görülebilmektedir.

9. EKONOMİK DEĞERLENDİRME

Evsel katı atıkların geri dönüşümünün yüksek bir oranda gerçekleştirilmesi ile elde edilen bu atıklardan üretilecek olan malzemenin üretim imkanlarını iyileştirecektir.

Geri dönüşüm sistemleri üzerine Türkiye’de çalışan bir tek firma bulunmaktadır. “GEPARS(GENERAL ENVIRONMENTAL PRODUCTION AUTOMATION SYSTEMS) MAKİNA GERİ KAZANIM ÜNİTELERİ ve MÜHENDİSLİK DIŞ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ” ismindeki bu şirket merkezi Tekirdağ-Çerkezköy de bulunup, Avrupa’dan geri dönüşüm sistemleri ithal etmektedir. GEPARS şirketinden aldığımız bilgilere göre toplanan katı atıklardaki hurdaları, üretilcek olan malzeme için, uygun hammadde boyutlarına getirecek makine Redoma firmasına aittir. Şekil 9.1’de görülmektedir.



Şekil 9.1 Boyut küçültme işleminin gerçekleştirileceği granülatörün görünüşü

İstanbul’un şu andaki günlük evsel katı atık miktarı 9400 ton civarındadır. Bu değer esas alınarak, plastik, cam, metal ve seramik malzemelerin ortalama toplam katı atık içindeki yüzdesi %19,9 olduğu gözönünde tutularak şöyle bir tablo ortaya çıkmaktadır:

Çizelge 9.1 İşletmenin bir günde işleyeceği miktarlar

Malzeme	Katı atık içindeki oranı (%)	Bir günde çıkan miktar (kg/gün)
Plastik	9,5	893.000
Metal	2,2	206.800
Cam	3,8	357.200
Seramik	4,4	413.600
Toplam	19,9	1.870.600

Kapasitesi 9 ton/saat olan bu makineden günde 1870 ton malzemeyi işleyebilecek kapasitede bir işletme kurabilmek için:

$$9 \text{ (ton/saat)} \times 24 \text{ (saat)} = 216 \text{ ton/gün}$$

$$1870 \text{ (ton/gün)} / 216 \text{ (ton/gün)} = 8,5 \approx 9 \text{ adet}$$

9 adet bu makineden alınıp aynı anda çalıştırılması gerekmektedir. Bu makinenin bir tanesinin maliyeti 180.000 DM'dir. 9 adet makinenin maliyeti:

$$9 \text{ (adet)} \times 180.000 \text{ (DM)} = 1.620.000 \text{ DM}$$

olmaktadır. Bu makinelere toplanan evsel atıklar karışık olarak yüklenmekte ve sonuç olarak çıkan malzemeler istenen boyutlarda ayarlanabilmektedir. Bu makine ile üretilecek olan malzeme için uygun boyutlarda toz haline getirilmiş ve granüle edilmiş şekilde elde edilmektedir. Elde edilen malzemeler direkt olarak malzeme üretiminde kullanılabilir.

Şu anda düzenli depolama sahalarında toprak altına gömülerek, bir daha kullanılamayacak hale gelen, toprak altında çürümeye bırakılan geri dönüştürülebilir malzemelerin miktarı aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Çizelge 9.2 Katı Atık İçerisindeki Hurda Miktarının Dağılımı

Malzeme	Katı atık içindeki oranı (%)	Katı Atık İçerisindeki Hurda Miktarı (kg/gün)
Plastik	9,5	893.000
Metal	2,2	206.800
Cam	3,8	357.200
Seramik	4,4	413.600
Toplam	19,9	1.870.600

Bu tabloya göre, bir günde ne kadar büyük bir ekonomik değerin toprak altına gömüldüğü görülmektedir. Kaynakta ayırma sistemi ile bu kayıplar uygun bir şekilde tekrar ekonomiye kazandırılmış olunacaktır. Dolayısıyla İstanbul evsel katı atıklarından ciddi miktarda bir malzeme kazanma potansiyeli söz konusudur. Bu tarzda bir işleme kapasitesi ile bu malzemelerin işlenmesi için bir tesisin kurulması bugünkü şartlarda rahatlıkla mümkündür. Ayrıca üretilecek malzemenin satışından elde edilecek gelirler ile böyle bir tesisin rahatlıkla işletilebilmesi mümkün olacaktır. Çizelge 9.3'te toplanan hurdaları işleyecek bir tesis için yatırım ve işletme giderleri hesaplanması verilmiştir:

Çizelge 9.3 Kompozit Malzeme Üretimi Maliyet Analizi

Açıklama		Maliyet Değeri(TL/yıl)
Hammadde Toplama Maliyeti	5.360TL/kgx 341.275.000kg/yıl	1.829.234.000.000
İşçilik	15 işçix150.000.000 TL/ay	27.000.000.000
Yönetim Giderleri	1 şefx500.000.000 TL/ay 1.500.000.000 TL/ay (Yönetim Masrafları)	24.000.000.000
Üretim Giderleri	Elektrik 990kwhx54.445TL/kwhx24x30= 38.808.396.000 TL/ay	465.700.752.000
	Su 100.000.000 TL/ay	1.200.000.000
Amortismanlar	Arsa+Prefabrike inşaat maliyeti= 50.000.000.000 TL	74.440.000.000
	Makine, Teçhizat=9x180.000DM+550.000 DM =694.400.000.000 TL	
Beklenmeyen Giderler		12.000.000.000
Bakım Giderleri		25.000.000.000
TOPLAM		2.458.574.752.000
Ürün maliyeti= 8.004 TL/kg		

İSTAÇ'tan alınan bilgiye göre hurda toplama maliyeti 8\$/ton ve hurdanın %50'sinin başarılı olarak toplanabileceği kabul edilerek hesap yapılmıştır. Ayrıca ürün teslimatının "ex work" olarak yapılacağı kabul edilmiştir. Yani ürün fabrika sahasında teslim edileceği kabul

edilmiştir. Bu nedenle nakliye maliyet hesaplarına katılmamıştır. Çizelgeden de görüldüğü gibi hurdalardan elde edilen ürünün maliyeti çok düşük bir değerdedir. Üretilen malzeme böylelikle çok ucuza satılabilecek ve ucuza satıldığı halde çok büyük kâr elde edilebilecektir. Bunu bir çizelgede gösterirsek:

Çizelge 9.4 Bir yılda elde edilecek net kârın hesaplanması

Ürünün maliyeti	8.004 TL/kg
Ürünün satış fiyatı	71.000 TL/kg*
kg. başına elde edilen kâr	52.680 TL/kg
Bir yılda elde edilecek net kâr	16.180.530.300.000 TL/yıl

*Sunta endüstrisinden edinilen rakam

Kompozit suntanın, tahta sunta ile rekabet edebileceği düşünülerek ürünün satış fiyatı 71.000 TL/kg olarak kabul edilmiştir. Maliyet+Kâr+KDV=Satış Fiyatı, formülünden yararlanılarak çizelgedeki değerler hesaplanmıştır.

Çizelgede de görüldüğü gibi üretilen malzeme satışlarından bir yılda 16 trilyon lira net kâr sağlanabilecektir. Bu sebeple böyle bir tesisin kurulması ve işletilmesi çok önemlidir. Böyle bir tesis ile bir yılda düzenli depolama sahalarında toprak altına gömülen toplam 1870 ton hurda malzemenin, %50'sinin teklif edilen toplama mekanizması ile toplanması halinde, bu tesiste hurda hammaddelerinden kompozit bir malzeme olarak sıcak presleme yöntemi ile inşaat ve yapı endüstrisinde kullanılabilen sunta halinde nihai bir ürün elde edilmesi sayesinde yılda 16,18 trilyon TL. net kazanç sağlanacaktır.

10. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu tezde, dünyadaki diğer ülkelerde uygulanan toplama sistemleri incelenmiş ve İstanbul'daki katı atık içinde bulunan hurda malzemelerin kaynakta ayırma sistemi ile toplanması için bir model teklif edilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında, İstanbul'un evsel katı atıklarındaki geri kazanılabilir nitelikteki plastik, metal, cam, seramik atıklarının yeniden değerlendirilerek bir kompozit malzeme üretilebilirliği araştırılmıştır. Birçok imkansızlığa rağmen, çeşitli deneyler yapılmış ve optimal bir üretim prosesi geliştirilmiştir. Belirli tane boyutu aralığı, üretim sıcaklığı, basınç değerleri, presleme süresi optimum şartlarda uygulanarak kompozit bir malzeme üretimi gerçekleştirilmiş ve bu malzemenin basma mukavemeti, sertlik, su absorpsiyonu, talaşlı şekil alma özellikleri ölçülmüştür.

1-) Katı atıkları en ucuz ve en ekonomik şekilde değerlendirme yöntemi kaynakta ayırma sistemidir. İstanbul katı atıkları içinde %19,9 oranında bulunan plastik, cam, metal, seramik malzemeler kaynakta ayırma sistemi ile toplanmalı ve bu çalışmada anlatıldığı yöntemle yeniden üretim sürecine sokulmalıdır. Hurda malzemeleri toplamak için kurulabilecek şirket, kaynakta ayrılmış atıkları toplamak için sokak toplayıcılarını işe alabilir. Bu toplayıcılar kapı kapı dolaşarak ayrı biriktirilmiş cam, metal, plastik, seramik katı atıklarını evlerden toplarlar.

2-) Yukarıda teklif edilen kaynakta ayırma modeli sayesinde toprak altına gömülen hurdaların değeri ekonomiye yeniden kazandırılmış olunacak, toplam 1870,6 ton/gün oranındaki hurdanın %50'sinin toprak altına gömülmeekten kurtarılması ile düzenli depolama sahalarında günde 1438,65 m³ alan tasarrufu sağlanmış olunacaktır. Böylece düzenli depolama alanı sıkıntısı çeken İstanbul derin bir nefes almış olacaktır.

3-) Katı atık içerisinde kazanılan karışık hurdadan kompozit bir malzeme üretmek amacıyla deneysel laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda, üretim kolaylığı ve maliyetin minimum seviyede tutulması amacıyla hurdanın içerisine başka bir katkı malzemesi karıştırılmadan, plastik, cam, metal, seramik hurdalarının İstanbul'daki orijinal oranına uygun bileşim seçilmiştir. Bu yönüyle bu çalışma, diğer çalışmalardan farklı bir orijinallik taşımaktadır. Tane boyutu, sıcaklık, uygulanan basınç ve süre parametreleri değiştirilmiştir. Deneyde kullanılan tane boyutları iki gruptur. Birinci grup tane boyutu; metaller -250µm+125µm, cam ve seramikler -38µm boyutuna, ikinci grup tane boyutunda; metaller -500µm+250µm boyutuna, cam ve seramik malzemeler -75µm+38µm boyutuna öğütülerek deneyler yapılmıştır. Plastik atıklar ise 4 mm. boyutuna öğütülmüştür. Deneylerin yapıldığı sıcaklık aralığı 210 ile 280 °C arasında değiştirilmiştir. Sıcaklığın uygulandığı süre 45-70 dk.

arasında değiştirilmiştir. Basınç 110 kg/cm^2 ve 90 kg/cm^2 olmak üzere iki değişik değerde uygulanmıştır. Değiştirilen bu parametrelerle yapılan deneyler sonucunda üretim için optimum şartlar belirlenmiş olup, metaller $-500\mu\text{m}+250\mu\text{m}$ tane boyutunda, cam ve seramik malzemeler için $-75\mu\text{m}+38\mu\text{m}$ tane boyutu, 259°C sıcaklıkta 110 kg/cm^2 basınçta, 70 dk. preslenerek malzeme üretimi gerçekleştirilmiştir.

4-) Değiştirilen parametrelerle yapılan deneylerde üretilen kompozit malzemenin basma mukavemetinin tane boyutu ve sıcaklıkla değiştiği anlaşılmış, optimum şartlarda en büyük basma mukavemetinin 7,08 Mpa olduğu ölçülmüştür.

5-) Malzemenin yoğunluğu $1,4 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Diğer malzemelerle karşılaştırıldığında düşük bir değerdir.

6-) Malzemenin su absorpsiyonu değeri %0,7 gibi çok düşük bir değerdir. Seramik ve sunta gibi malzemelerle kıyasla çok düşük su absorpsiyonu olduğu görülmektedir.

7-) Malzemenin elektrik izolasyon direnci $25.10^{13} \text{ M}\Omega$ 'dan büyüktür. Delinme gerilimi 1000 V.'tan daha büyük olduğu ölçülmüştür. Bu malzemenin elektriksel bakımdan iyi bir izolasyon özelliği taşıdığı anlaşılmıştır.

8-) Malzeme torna tezgahında talaş kaldırma özelliği bakımından denenmiş ve olumlu sonuç alınmıştır.

9-) Üretilen kompozit malzeme endüstriyel boyutta sunta olarak preslendiği taktirde, yapı elemanı veya ev eşyası üretiminde kullanılabilir.

11-) Başka çalışmalarda katı atıklardaki her bir malzeme ayrı ayrı değerlendirmeye esas alındığı halde, bu çalışmada bu hurdaların kompozit malzeme üretimine yönelik değerlendirilmesi amaçlanarak üretim kolaylığı ve ekonomik avantaj sağlanmıştır.

10-) Yer altına gömülmeekten kurtarılan %50 oranında başarılı olarak toplanması düşünülen 341.275 ton/gün miktarındaki hurdaların, kurulacak bir tesiste işlenmesinin ekonomik analizi yapılmıştır. Sonuçta böyle bir tesisin çok yüksek kârlılık göstereceği belirlenmiştir. Hurdaları ürün haline getirip, bu ürünü pazarlayan tesis bir yılda 16,18 trilyon TL kâr sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Akovaı G., (Mart-Nisan 1988) "Plastik Atıklar Sorunu ve Plastik Atıkların Değerlendirilmesi", Plastik&Kauuk Dergisi 31-36

Ankan O., ztrk İ., Tyllu B.S., ztrk M., Dwivedi O.P., Hohn L., Zirkwitz H.W., (13 Nisan 1997) "Katı Atıklar, Yeşilin Korunması ve evre" II.Oturum

Ankan O.A., (1996) "İstanbul Katı Atıklarının Karakterizasyonu ve Havasız Kompostlaşabilirliği Üzerine Bir alışma" İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü

Başar Y., Savaşçı .T., (1998) "evre Sorunları Tartışmasında PVC", PAGEV Plastik Dergisi, 30-38

Baştürk A., (1979) "Katı Atıklar Üzerine Bir Araştırma Modeli ve İstanbul İçin Uygulanması", İstanbul

Center G., Orbay M., (1990) "PET Atıklar ve Değerlendirme İmkanları", PAGEV Plastik Dergisi 25-28

CH2M Hill-Anten, (1992) "İstanbul Anakenti Katı Atık Yönetimi Etüdü Projesi Raporu"

ÇEVKO VAKFI, "Ambalaj Atıkları Raporu"

DİE, (1991) "evre İstatistikleri, Belediye Katı Atık İstatistikleri"

DİE, (1993) "evre İstatistikleri Hanehalkı Atık Kompozisyon Araştırması ve Eğitim Anketi Sonuçları"

Ehring R.J., "Plastics Recycling" Product and Processes, Oxford University Press, New York

Erdin E., zdaęlar D., (1987) "Türkiye’de Katı Atık Problemi ve özm Seçenekleri" Diploma Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İzmir

Europen Recovery and Recycling Association ERRA, (1993) "Project Summary Sheets"

Europen Recovery and Recycling Association ERRA, (1999) "Review of 1997 data on packaging and packaging waste recycling and recovery, Member States Data Analysis"

Forrest P., Heaven S., Sandels C., (1990) "Sorting at Source, Separation of Domestic Refuse. Save Waste and Prosper" Leeds U.K.

Gürboy K.B., zden ., Tank T., (1995) "Plastik Kkenli Katı Atıkların Değerlendirilmesi", İ.Ü Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası ve Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Heitel K., Rogner G., (1995) "Recycling of PVC Cables", Kunststoffe Plast Europe 36-47

İSKİ (1994) "Faaliyet Raporu"

Kaufer H., Bruder J., (1992) "What is the Price of Plastic Recycling?" Kunststoffe Plast Europe 3-4

Mecit O., (1992) "Yeniden Deęerlendirilen Plastikler Ne Kadar ve Hangi Alanlarda?" Modern Plastik Kauçuk 12-13

Papworth R., (1993) "An Assesment of the Adur District Council Kerbside Colleciton Scheme Utilising a Simplistic Analytical Approach Based on the ERRA Codification Programme" Warren Spring Laboratory Report CR 815

Spankuch C., Fass M., (1994) "Overall Concept For The Recycling of Used Plastics"
Kunststoffe Plast Europe 8

Şimşek A., (1998)“Yeşil Plastik Geri Dönüşüm Sanayii ve Ticaret A.Ş”

TMMOB Kimya Mühendisleri Odası (1989) “Plastik İşleme Teknikleri ve Kalite Kontrol”

Toröz İ., Meriç S., Arıkan O.A., Kınacı C., Demir İ., (1996) "İstanbul'da Katı Atıkların Aynı Biriktirilmesi, Toplanması ve Değerlendirilmesi Projesi" I. Ara Rapor İ.T.Ü Çevre Mühendisliği Bölümü

Toröz İ., Meriç S., Arıkan O.A., Kınacı C., Ertuş T.T., (1996) "İstanbul'da Katı Atıkların Aynı Biriktirilmesi, Toplanması ve Değerlendirilmesi Projesi" Nihai Rapor İ.T.Ü Çevre Mühendisliği Bölümü

Toröz İ., Meriç S., Arıkan O.A., Kınacı C., Ertaş T.T., (1996) "İstanbul'da Katı Atıkların Ayır Biriktirilmesi, Toplanması ve Değerlendirilmesi Projesi" II. Ara Rapor İ.T.Ü Çevre Mühendisliği Bölümü

Türk Patent Enstitüsü, (1999) “Plastik geri dönüşüm yöntemi, plastik madde üretim yöntemi” 1998 02621 T2, 22/03/1999

WHO (1981) "Solid Wastes Management in the Metropolitan Area of Istanbul" Regional Office for Europe Final Project Report

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 25.01.1978

Doğum yeri İzmir

Lise 1991-1994

İzmir Atatürk Lisesi

Lisans 1994-1998

Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fak.
Metalurji Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1998-2001

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Metalurji ve Malzeme Anabilim Dalı Üretim Programı

