



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ



**BİLECİK ŞEYH
EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı**

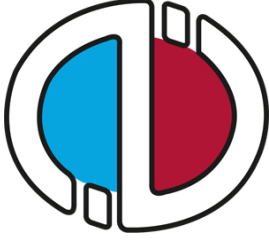
**ÇEVRESEL ATIKLAR, NEDENLERİ, ÇEVRESEL
ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMESİ VE YENİLENEBİLİR
ENERJİ OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Azade KARASU
Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Halil BERBER**

BİLECİK, 2013

Referans No: 10009818



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ



**BİLECİK ŞEYH
EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı**

**ÇEVRESEL ATIKLAR, NEDENLERİ, ÇEVRESEL
ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMESİ VE YENİLENEBİLİR
ENERJİ OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Azade KARASU
Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Halil BERBER**

BİLECİK, 2013

Danışman Hoca

Yrd. Doç. Dr. Halil BERBER

BİLECİK 2013

ÖZET

Ülkeler arası ekonomik güç kazanma mücadelesi beraberinde üretim ve teknolojik yarışın da getirmiştir. Üretimin artışı doğal kaynakların yok olmasına doğrudan etki ederken yaratmış olduğu kirlilik ise dolaylı bir etki oluşturmuştur. Kirlilik ve atıkların doğurmuş olduğu sonuçların farkına varan bilim insanları atıklarla mücadele etmek, atıkları azaltmak ve atıkların geri kazanımını veya enerji olanaklarının araştırılmasını sağlamak adına çalışmalar yürütmeye başlamışlardır. Ancak bu çalışmalar sonucunda geri kazanım için uygulanan süreçler de çevre kirliliği oluşturmaktadır. Bütün bu süreçleri dikkate alarak yapmış olduğum bu çalışmada temel amacım; çevresel atıklar, nedenleri, çevresel atıkların geri dönüştürülmesi ve yenilenebilir enerji olanaklarının araştırmasıdır. Bu çalışmada uygulanan çalışmaların belirlenmesi ve hedefe varılıp varılmadığının tesbiti yapılmıştır. Uygulanan yöntemler tesbit edilmiştir. Bu aşamada kimyasal süreçlerin uygulanmıyor veya çok az uygulanıyor olması bu sürecin çok sağlam işlemediğini göstermiştir. Amacımız tam anlamıyla bir arıtmanın sağlanması ve kirliliği en az seviyelere çekmeye çalışmaktır. Bu nedenle “Beşikten Beşiğe” mantığının kimya ve bilim insanlarınca işlenmesi ve Türkiye’nin de Beşikten Beşiğe çalışmalarına dahil olması gerekliliği savunulmuştur.

Bu bağlamda elimizdeki çalışma, geri dönüşümün kimyasal süreçleri, çevresel etkileri, kirlilik olgusu ve nedenleri, atıklardan enerji kazanım çalışmaları, hedeflenen süreçler ve kazanımların neler olduğuna dair bir araştırma çalışmasıdır.

Anahtar Kelimeler:

Geri kazanım, beşikten beşiğe, yenilenebilir enerji, çevre kirliliği, arıtma, su kirliliği, enerji, geri dönüşüm, yeniden kullanım.

ABSTRACT

Competition for gaining economical power between countries come together with technological and production race. Increasing production rate not only effects depletion of natural sources directly but also causes pollution indirectly. Scientists, who have realized results of pollution and wastes, have started to study about struggling with wastes, reducing the wastes, recycling of wastes and obtaining energy from wastes. But, the processes which are obtained from these studies also cause the environmental pollution. Taking into account the all of the processes, my prior aim is investigation of environmental wastes and their reasons, recycling of environmental wastes and opportunities for renewable energy sources. In this study, the methods were determined for environmental purposes which are defined above and their achievement of reaching the target are investigated. In this stage, limited usage of chemical processes for environmental purposes show us the struggling with wastes process does not go properly. Our aim, to obtain maximum purification and reduce pollution the lowest possible values. For this reason, both chemist and scientist need for think about the logic of “Cradle to Cradle” and the necessity of Turkey to be involved in the work of Cradle to Cradle are defended.

In this respect, our research consider about the chemical recycling processes, their environmental impacts, pollution and its causes, waste energy recovery studies and targeted processes and their gains.

Key words:

Recycling, cradle to cradle, renewable energy, environmental pollution, purification, water pollution, energy.

TEŞEKKÜR

Bursa ilinde yürütmekte olduğum bu araştırma çerçevesinde yapılmakta olan çalışmalarda uygulanan yöntemleri ve verileri daha sağlıklı aktarabilmek adına yetkili birimlerin yetkili kıldığı kişiler ile görüşme yapmam gerekiyordu. Bu amaçla yazışmalar ve görüşmeler yaptım. Özellikle OSB'lerden bilgi alma konusunda ciddi sıkıntı yaşamış olmam, OSB yetkililerinden hiçbir bilgi alamamış olmam ve en acısında OSB leri bu konuda görevlendirebilecek hiçbir mercinin olmaması çalışmamı kısıtlı tutmama neden olmuştur. Ancak Bursa Büyükşehir Belediyesi ve çalışanları her türlü yardımda bulunmuş oldukları için Bursa BŞB'ne, çalışmamda karşılaştığım her türlü sıkıntıda engin bilgi ve tecrübesiyle desteğini ve bilgisini esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr Halil Berber'e, sevgi ve destekleriyle daima yanımda olarak bu yolda yürümemi sağlayan annem ve babama, manevi desteği ve çevirileriyle yardımlarını esirgemeyen sevgili ablam Münevver KARASU'ya sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABCRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
TABLolar DİZİNİ.....	xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi

BÖLÜM 1

	<u>Sayfa No</u>
GİRİŞ.....	1
1.ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE TANIMLANDIRILMASI	1
1.1 Atıklar ve Tanımlamalar.....	2
1.2. Atıklar ve Sınıflandırılması.....	3
1.2.1. Katı atıklar.....	3
1.2.1.1. Evsel atıklar.....	3
1.2.1.2. Şehir atıkları.....	4
1.2.1.3. Endüstriyel atıklar.....	4
1.2.1.4. Tarım atıkları.....	4
1.2.2. Sıvı atıklar.....	4
1.2.2.1. Fiziksel etkiler.....	4
1.2.2.2. Kimyasal etkiler.....	4
1.2.2.3. Biyolojik etkiler.....	5
1.2.3. Gaz atıklar.....	5
1.3. Atıkların Bertarafı.....	5
1.3.1. Düzenli depolama.....	5
1.3.2. Yakma.....	6
1.3.3 Kompostlaştırma	6
1.4. Atık Bertaraf Tesisinin Yarattığı Olumsuz Sonuçlar.....	7
1.4.1. Hava ve gürültü.....	7

1.4.2. Yer altı ve yüzey suyu.....	7
1.4.3. Toprak.....	8
1.4.4. Flora ve fauna.....	8
1.5. Çevre ve Orman Bakanlığı'nca Önerilen Atık Yönetim Piramidi.....	8
1.5.1. Atık yönetimi yapılırken dikkat edilmesi gerekenler...	9
1.6. Kimyasal Arıtma.....	10
1.6.1. Koagülasyon.....	10
1.6.2. Nötralizasyon.....	10
1.6.3. Flokülasyon.....	11
1.7. Biyolojik Arıtma.....	11
1.7.1. Biyolojik arıtmanın amacı	11
1.7.2. Biyolojik arıtmada mikroorganizmaların rolü.....	12
1.8. Sanayi Atıklarının Çevreye Verdiği zararlar.....	13
1.9. Kirlilik ve Kirlilik Çeşitleri.....	13
1.9.1. Görüntü kirliliği.....	13
1.9.2. Hava kirliliği.....	14
1.9.3. Su kirliliği.....	14
1.9.4. Toprak kirliliği.....	14
1.9.5. Gürültü kirliliği.....	14
1.9.6. Işık kirliliği.....	15

BÖLÜM 2

2.TEHLİKELİ ATIKLAR, METAL ATIKLAR VE ATIKLARIN ETKİLERİ.....	16
2.1. Tehlikeli Atıklar.....	16
2.1.1. Tehlikeli atıklar nelerdir?	16
2.1.2. Ülkemizde ne kadar atık ve tehlikeli atık mevcuttur?	17
2.1.3. Tehlikeli atıklar ve Türkiye	22
2.1.4. Tehlikeli atıklar değerlendirilirken uygulanan metodlar.....	23
2.1.5. Tehlikeli atıkların alternatif bertaraf yöntemleri	24
2.1.5.1. Tehlikeli atıkların zararsızlaştırılması.....	24

2.2. Metaller ve Toksik Metaller.....	27
2.2.1. Metal kirlenmeleri ve sonuçları.....	27
2.2.2. Önemli metalik kirleticiler.....	29
2.2.2.1. Cıva (Hg)	29
2.2.2.2. Kurşun.....	32
2.2.2.3 Kadmiyum (Cd)	33
2.2.2.4. Krom (Cr)	33
2.2.2.5. Nikel(Ni).....	34
2.2.2.6. Kobalt (Co)	34
2.2.2.7. Çinko (Zn)	35
2.2.2.8. Arsenik (As)	35
2.2.2.9 Demir ve mangan.....	36
2.2.2.10. Alüminyum.....	37
2.3. Bir Maden İşletmesi Sahasında Oluşan Atıklar ve Bu Atıkların	
Atıkların Bertarafı.....	40
2.3.1. Atık özellikleri ve katılaştırmaya engel durumlar...	41
2.3.1.1. İnorganik atıklar.....	41
2.3.1.2. Organik atıklar.....	41
BÖLÜM 3	
3. ANBALAJ ATIKLARI VE AMBALAJ ATIKLARININ GERİ	
KAZANIM ÇALIŞMALARİ.....	
3.1. Plastikler.....	42
3.1.1. Plastiklerin teşhis etme kodlarına göre incelenmesi.....	44
3.1.1.1. PET plastikler.....	44
3.1.1.2. HDPE plastikler.....	44
3.1.1.3. PVC plastikleri.....	45
3.1.1.4. LDPE plastikleri.....	45
3.1.1.5. Polipropilen (PP) plastikler.....	46
3.1.1.6. Polistiren (PS) plastikler.....	46
3.1.2. Plastik Ambalajları Geri Kazanım Avantajları.....	48
3.2. Cam ve Camın Etkileri.....	49
3.2.1. Camın üretimi.....	50

3.2.2. Camdaki geri kazanım avantajları.....	52
3.2.3 Geri kazanımda nelere dikkat etmek gerekir?	52
3.2.4. Camların geri kazanım için ayrılması.....	53
3.2.4.1. Mekanik ayırma.....	54
3.2.4.2. Lazer ışığıyla ayırma.....	54
3.2.5. Cam üretimi prosesi.....	56
3.3. Kağıt.....	56
3.4. Piller, Bataryalar ve Özellikleri.....	56
3.4.1. Pillerin ve doğa.....	57
3.4.2. Ülkemizde pillerle mücadele ve atık pillerin zararlı etkileri.....	58
3.4.3. Pil kullanımında yapılması gerekenler.....	59
3.5. Atık Yağlar.....	61
3.5.1. Endüstriyel atık yağlar.....	61
3.5.2. Bitkisel atık yağlar.....	62
3.5.3. Atık yağların çevreye zararları.....	63
3.5.4. Atık yağlardan biyodizele.....	65
3.5.5. Atık yağların geri kazanılması.....	67
3.5.5.1. Rafinasyon.....	67
3.5.5.2. Rejenerasyon.....	67
3.5.6. Atık yağ analiz.....	68
3.6. Bazı Atık Maddelerin Doğada Yaşama Ömürleri.....	68
3.7. Asbet (Amyant) ve Asbest Çalışmaları.....	69
3.7.1. Asbest'in sağlığa zararları.....	70
3.7.2. Asbest'in geri dönüşümü.....	70
3.8. Lastik ve Ömrübü Tamamlamış Lastik (ÖTL) Atıklar.....	71
3.8.1. Atık lastiklerin geri dönüşümünde ortaya çıkan sonuçlar	83
3.9. Elektronik Atıklar.....	74
3.9.1. Elektrikli ve elektronik ekipman–EEE (Electrical and Electronic Equipment EEE)	74
3.9.2. Eletronik atıkların bileşenleri.....	76
3.9.3. Elektronik atıkların ve elektronik bileşenlerin geri	

dönüşümü.....	77
3.9.4. e-atıkların ayrıştırılması ve geri kazanım yöntemi.....	78
3.9.4.1. Mekanik ve fiziksel ayırma yöntemi.....	78
3.9.4.2. Pirometalurjik geri kazanım yöntemi.....	81
3.9.4.3. Hidrometalurjik ve biyohidrometalurjik geri kazanım yöntemi.....	86
3.10. Fosil Yakıtların Doğaya Verdiği Zararlar ve Yenilenebilir Enerji Çalışmalarının Değerlendirilmesi.....	89
3.10.1. Fosil yakıtlar ve doğaya verdiği zararlar.....	89
3.10.2. Yenilenebilir enerji kaynaklarına genel bakış.....	91
3.11. Su Kirliliği ve Su Kirliliğinin Yarattığı Etkiler.....	92
3.11.1. Su kirliliği kategorileri.....	93
3.11.2. Su kirliliğinin nedenleri.....	94
3.11.3. Tekstil endüstrisinin suda yarattığı kirlilik.....	94
3.11.4. Ozonlama sonucu oluşan ürünler.....	95
3.11.5. İçme Suyunun Nitelikleri	95
3.11.5.1. Bulanıklık.....	95
3.11.5.2. Renk.....	96
3.11.5.3. Koku ve tat.....	96
3.11.5.4. Mikroorganizmalar.....	97
3.11.5.5. pH.....	101
3.11.5.6. Sertlik.....	102
3.11.5.7. Sularda arıtma yöntemleri.....	103
3.12. Bursa Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi Laboratuvar Faaliyet Alanı.....	104
3.12.1. Süzüntü suyu analizi.....	105
3.12.2. Boşaltma suyu analizi.....	105
3.12.3. Yeraltı suyu analizi.....	106
3.12.4. Katı atık analizi.....	108
3.12.5. Tehlikesiz atıkların düzenli depolanabilme kriterleri.....	109
3.12.6. Bursa Çöp Suyu Arıtma Tesisine Ait Bazı Görseller	110

3.13. Buski Atıksu Arıtma Tesisleri.....	111
3.13.1. Merkezi atıksu arıtma tesisleri.....	111
3.13.2. Buski gemlik ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri.....	116
3.13.3. Mudanya-güzelyalı ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri	117
3.13.4 Kurşunlu ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri...	117
3.13.5 Küçük Kumla ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri.....	117
3.13.6 Hasanağa paket atıksu arıtma tesisi.....	118
3.13.7. Çalı atıksu arıtma tesisi.....	118
3.13.8. Kayapa paket atıksu arıtma tesisi.....	119
3.13.9. Narlı paket atıksu arıtma tesisi.....	119
3.14. Tıbbi Atıklar ve Bertaraf Yöntemleri.....	121
3.14.1. Genel atık.....	123
3.14.2. Enfekte atık.....	123
3.14.3. Kesici delici atıklar.....	124
3.14.4. Radyoaktif atıklar.....	124
3.14.5. Farmasötik atıklar.....	124
3.14.6. Kimyasal atıklar.....	124
3.14.7. Genetik atıklar.....	125
3.14.8. Ağır metal içeren atıklar.....	125
3.14.9. Patolojik atıklar.....	125
3.15. Bursa Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisleri.....	125
3.15.1. Tıbbi atık sterilizasyon ünitesi ve çalışma prensibi..	125
3.16. İnşaat Atık ve Yıkıntıları İle Asfalt Atıkları Bu Atıkların Bertarafı.....	128
3.16.1 Asfalt atıkları ve bertarafı.....	128
3.16.2 İnşaat yıkıntı atıkları ve bertarafı.....	129
3.16.2.1 GKA (Geri kazanılmış atık) kullanım alanı	132

BÖLÜM 4

4. HAVA KİRLİLİĞİ VE BURSA İLİ BURA'DA OLUŞAN MEVCUT ATIKLAR BU ATIKLARIN TEKRAR KAZANILMASI VE ATIKLARDAN ENERJİ KAZANIM ÇALIŞMALARI.....	134
4.1 Hava Kirleticiler.....	134
4.1.1 Karbondioksit.....	135
4.1.2 Metan.....	136
4.1.3. Azotoksitler.....	136
4.1.4. Kloroflour Karbon Gazları.....	136
4.1.5. Ozon.....	136
4.1.6. Su Buharı.....	136
4.2. Bursa İline Ait Hava Kalitesi İzleme Ağı Bilgileri.....	137
4.2.1. Kısa vadeli sınır değer.....	139
4.2.2. Uzun vadeli sınır değer.....	139
4.2.3. Hava Kalitesi İndeksi.....	141
4.3. Hava Kirliliğinin Oluşturduğu Yerel Bölgesel ve Küresel Sorunlar.....	142
4.3.1 İklim değişikliği.....	142
4.3.2. Ozon tabakasının delinmesi.....	143
4.3.3. Asit yağmurları.....	143
4.4. Hava Kirliliği Kaynakları.....	144
4.4.1. Doğal kaynaklar.....	144
4.4.2. Yapay kaynaklar.....	144
4.4.3. Isınma kaynaklı hava kirliliği.....	144
4.4.4. Ulaşım kaynaklı hava kirliliği.....	145
4.4.5 Endüstri kaynaklı hava kirliliği.....	145
4.5. Kirletici Parametreler ve Sağlık Etkileri.....	146
4.6 Hava Kalitesinin İzlenmesi.....	146
4.6.1 Ulusal hava kalitesi izleme ağı.....	147
4.8. Bursada Atıklar ve Atık Parametreleri.....	147

BÖLÜM 5

BAZI MADELERE AİT GERİ DÖNÜŞÜM SEMBOL VE KODLARI.....	149
------------------------------------------------------------------	------------

BÖLÜM 6

6. BURSA İLİ ATIKLARDAN ENERJİ ELDESİ VE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....		151
6.1. Enerji.....		151
6.1.2. Bursa Kent Katı Atık Depolama Alanında Metan Gazından Enerji Elde Edilmesi.....		151

BÖLÜM 7

7. ATIK BERTARAFINDA ETKİ AZALTICI ÖNLEMLER YÖNTEMLER VE ÖNERİLER.....		155
7.1. Etki Azaltıcı Önlemler.....		155
7.1.1. Kompost tesisleri:		155
7.1.2. Atık yakma tesisleri		155
7.1.3. Düzenli depolama tesisleri.....		156
7.2. Tıbbi ve Tehlikeli Atık.....		156
7.3. Röntgen ve Fotoğraf Sularından Gümüş Kazanımı.....		157
7.4. Plastiklerin Geri Kazanımı.....		159
7.4.1. Mekanik geri dönüşüm.....		159
7.4.2. Hammadde dönüşümü.....		160
7.4.3. Hidrojenasyon.....		160
7.4.4. Gazifikasyon.....		160
7.4.5. Kimyasal depolimerizasyon.....		161
7.5. Metallerin Geri Kazanım Yöntemleri.....		162
7.5.1. Bakır.....		162
7.5.2. Çinko.....		163
7.5.3. Krom.....		164

7.5.4. Mangan.....	164
7.5.5. Demir.....	164
7.5.6. Kobalt.....	165
7.5.7. Nikel.....	166
7.6 Atık Altın/Gümüş Parça ve Tozlarının Geri Dönüşümü.....	166
7.6.1 Çeyrekleme yöntemi.....	166
7.6.2 Flotasyon (kral suyu)	167
7.7 Atık Lastiklerin Geri Kazanım Yöntemleri.....	168
7.7.1. Karbon siyahı (Cbp)	169
7.7.2. Pirolitik yağ.....	170
7.7.3. Yanıcı gaz.....	171
7.8 Sularda Bulunan Bazı Maddelerin Geri Kazanım Yöntemleri.....	171
7.8.1. Aldehitlerin arıtımı ve geri kazanımı yöntemi.....	171
7.8.2 Metallerin geri kazanım ve arıtılması işlemleri.....	173
7.8.2.1 Demir ve manganın.....	173
7.8.2.2. Arsenik.....	173
7.9 Tıbbi Atıkların Nötralizasyonunda Geliştirilen Yeni Yöntemler.....	173
7.10 e-atıkların Tıbbi Alanda Kullanımı.....	173
7.11 Atık Yağlar ile İlgili Bazı Öneriler.....	174
7.12 Atık Piller ve Bataryaların Geri Kazanımına Yönelik Öneriler.....	174
7.12.1. Hidrometalurji prosesi.....	174
7.12.2.Solventle ayrıştırma prosesi.....	174
7.12.3 Kirlilik azaltıcı öneriler.....	176

BÖLÜM 8

8.AVRUPADAKİ BAZI BİLİM İNSANLARININ ATIKLAR İLE İLGİLİ YÖNTEM VE GEREKÇELERİ.....	179
8.1 Çöplerle Nereye?.....	179
8.2 Cradle To Cradle Nedir Ne Değildir?.....	182

BÖLÜM 9

9. EKLER.....	185
9.1 Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik.....	185
9.2. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği.....	185
9.3. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği.....	185
9.4. Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği.....	185
9.5. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği.....	185
9.6 Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.....	185
9.7. Tehlikesiz ve İnert Atıkların Geri Kazanımı Tebliği.....	185
9.8. Tıbbî Atıkların Kontrolü Yönetmeliği.....	185
9.9. Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği.....	186
9.10. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği...	186
9.11. Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalar Dair Yönetmelik-1.....	186

BÖLÜM 10

KAYNAKLAR.....	187
-----------------------	------------

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 Atıkların kullanım alanları.....	10
Tablo 1.2 Biyoteknoloji uygulama alanları.....	12
Tablo 2.1 Berataraf ve geri kazanım tesisine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008-ton/yıl) ^a	19
Tablo 2.2 Berataraf ve geri kazanım tesisine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008-ton/yıl) ^b ...	19
Tablo 2.3 Bertaraf ve geri kazanım tesislerine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008- ton/yıl) ^c ...	20
Tablo 2.4 Bertaraf ve geri kazanım tesislerine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008- ton/yıl) ^d ...	21
Tablo 2.5 Bertaraf ve geri kazanım tesislerine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008- ton/yıl)...	21
Tablo 2.6 Bazı endüstri kuruluşlarının oluşturduğu metalik kirlilikleri	29
Tablo 2.7 Civanın canlılardan yayılması oranları.	31
Tablo 2.8 Bazı malzemelerin enerji tüketim oranları.....	38
Tablo 3.1 Plastik şişelerin yoğunlukları.	47
Tablo 3.2 Çeşitli atıkların ve plastiklerin kalorifik değerleri.....	48
Tablo 3.3 Pil çeşitleri.....	63
Tablo 3.4. Atık yağlarda PCB analizi.....	63
Tablo 3.5 Bazı maddelerin doğada yok oluş ömürleri.....	68
Tablo 3.6 Asbestin türleri.....	71
Tablo 3.7 e-atıklarda uygulanan yöntemlerin Karşılaştırılması.....	89
Tablo 3.8 İçme suyunda bulunan bazı bakteriler.....	97
Tablo 3.9 Sertlik verileri.....	102
Tablo 3.10 Sertlik dereceleri dönüştürmeleri.....	102
Tablo 3.11 Sertlik dereceleri.....	102
Tablo 3.12 Atık su parametreleri.....	106
Tablo 3.13 Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite Kriterleri.....	107

TABLOLAR DİZİNİ (DEVAM)

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.14 Eluet testi sınır değerleri.....	109
Tablo 3.15 Granüler tehlikeli atıklarda sınır değerleri.....	109
Tablo 3.16 DAAT. Atık su giriş değerleri.....	120
Tablo 3.17 DAAT. Atık su çıkış değerleri (arıtma sonrası).....	120
Tablo 3.18 Batı AAT atık su giriş değerleri.....	120
Tablo 3.19. Batı AAT atık su çıkış değerleri.....	121
Tablo 3.20 Kent katı atık depolama alanı çöp suyu giriş değeri.....	121
Tablo 3.21 Kent katı atık depolama alanı çöp suyu çıkış değeri.....	121
Tablo 3.22 Asfaltın yapısında bulunan kimyasallar ve oranları.....	129
Tablo 4.1 Bursa İli 2009 yılı PM10 ve SO ₂ verileri.....	139
Tablo 4.2 Bursa İli 1987–2009 yılları SO ₂ ve PM Ortalamaları.....	139
Tablo 4.3 Bursa ili ve ilçelerinde hava kalitesi dinamik tablo.....	139
Tablo 4.4 Bursa İli hava kalitesi 2013 yılı son 5 aylık verileri.....	140
Tablo 4.5 Hava kalitesi indeksi.....	141
Tablo 4.6 Hava kalitesi değerleri.....	142
Tablo 4.7 Kirletici parametreler ve sağlık etkileri.....	146
Tablo 7.1 Plastik malzemelerin ısı kapasiteleri.....	159
Tablo 7.2 ÖTL den elde edilecek maddeler, ortalama miktarı ve yüzdeleri.....	170

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 Türkiye genel atık karakterizasyonu (DİE- 1993).....	3
Şekil 1.2 Atık yönetim piramidi.....	9
Şekil 1.3 Kirlilik çeşitleri.....	13
Şekil 2.1 Ülkemizdeki atık oluşumu.....	18
Şekil 2.2 2009-2010 yılları tehlikeli atık dağılımı.....	18
Şekil 2.3 2000-2004 Yılları sanayinin yarattığı tehlikeli atık miktarı	22
Şekil 2.4 Civanın çevreye yayılım döngüsü.....	30
Şekil 2.5 Alüminyum geri dönüşüm döngüsü.....	37
Şekil 3.1 Ambalaj atıkları.....	42
Şekil 3.2 Plastiklerin geri dönüşüm döngüsü.....	43
Şekil 3.3 Pet ürün.....	44
Şekil 3.4 (a)HDPE ham hali, (b) HDPE ürün.....	44
Şekil 3.5 (a) PVC ham hali, (b) PVC ürün.....	45
Şekil 3.6 (a) LDPE ham hali, (b) LDPE ürün.....	45
Şekil 3.7 PP ürün.....	46
Şekil 3.8 PS yapısal gösterimi.....	46
Şekil 3.9 (a) PS ham hali, (b) PS ürün.....	47
Şekil 3.10 Camın geri kazanım döngüsü.....	50
Şekil 3.11 (a) ambalaj atık kutusu, (b) ambalaj atık toplama poşeti.....	51
Şekil 3.12 (a),(b) Geri kazanım kumbaraları	51
Şekil 3.13 Camın geridönüşümü (kıırma-öğütme) işleyişi.....	52
Şekil 3.14 Atık pil toplama bidonu.....	59
Şekil 3.15 Atık pik toplama kutusu etiketi.....	60
Şekil 3.16 Görevlilerce atık pillerin toplanması çalışması.....	60
Şekil 3.17 Hareketli bant sistemi ile ayıklama işlemi.....	60
Şekil 3.18 Primer atık pillerin toplandığı sahalar.....	61
Şekil 3.19 İşlenmiş ve işlenmemiş yağlar.....	63
Şekil 3.20 Atık yağların giderler üzerindeki etkisi.....	64

Şekil 3.21 Damıtma sistemiyağ tank sistemi.....	66
Şekil 3.22 Asbet çalışma kuralları.....	69
Şekil 3.23 Asbest çalışmaları.....	70
Şekil 3.24 ÖTL geri dönüşümü.....	72
Şekil 3.25 ÖTL Geri dönüşüm tesisi akım şeması.....	73
Şekil 3.26 Elektronik atıklar.....	74
Şekil 3.27 e-atık depolama konteynırı.....	75
Şekil 3.28 AB’de EEE dağılımı.....	76
Şekil 3.29 İkincil kurşun geri kazanım prosesi.....	83
Şekil 3.30 İkincil bakır geri kazanım prosesi.....	86
Şekil 3.31 Su analiz laboratuvarı.....	104
Şekil 3.32 (a) Süzüntü suyu toplama deposu, (b) oksijentakviye sistemi.....	110
Şekil 3.33 (a)Aerobik tank, (b) fakültatif tank sistemleri.....	110
Şekil 3.34 (a) Son biriktirme ve deşarj tankı, (b) ardışık kesitli tank sistemleri.....	111
Şekil 3.35 Oksijen metre ve ardışık kesitli tank.....	111
Şekil 3.36 Ön arıtma tankı	113
Şekil 3.37 (a) Birinci kademe, (b) ikinci kademe arıtma pompası...	113
Şekil 3.38 Anaerobik tank	114
Şekil 3.39 Oksijen takviye ve depo sistemi.....	114
Şekil 3.40 Membran biriktirme havuzları.....	114
Şekil 3.41 Son çöktürme ve deşarj tankı.....	114
Şekil 3.42 Çamur ayrıştırma ünitesi.....	115
Şekil 3.43. Santrifüj makinası.....	115
Şekil 3.44 Santrifüj makinası (alt çalışma sistemi).....	115
Şekil 3.45 Çamur kireçlenme tankı.....	115
Şekil 3.46 Son deşarj ünitesi.....	116
Şekil 3.47 (a) yedek depolama tankı, (b) yedek deşarj tankı.....	116
Şekil 3.48 Gemlik atık su ön arıtma tesisi görüntüsü.....	117
Şekil 3.49 Mudanya atık su ön arıtma tesisi.....	117
Şekil 3.50 Çalı atıksu arıtma tesisi.	119

Şekil 3.51 Kayapa atıksu arıtma tesisi.	119
Şekil 3.52 Tıbbi atık toplama alanı.	125
Şekil 3.53 Tıbbi atık toplanması ve kayıt işlemi aşaması.....	126
Şekil 3.54 Otoklav ünitesi dış ve iç dizayn.....	126
Şekil 3.55 Otoklav ünitesi çalışma pozisyonu.....	127
Şekil 3.56 Parçalama ünitesi boşaltma ve dolum aşaması.....	127
Şekil 3.57 Kazı molozu geri dönüşüm süreci.....	129
Şekil 3.58 Yama molozu geri dönüşüm süreci.....	129
Şekil 5.1 Tüm dünyada kullanılan geri dönüşüm sembol ve kodları	149
Şekil 6.1 Metanın elektrik enerjisine dönüşüm döngüsü.....	152
Şekil 6.2 Deponi gaz toplama vadisi görüntüsü.....	152
Şekil 6.3 Deponi gazı sistemi farklı bölgelerden görüntüler.....	152
Şekil 6.4 Enerji dönüşüm ünitesi	153
Şekil 6.5 (a) Booster kazanı, (b) jeneratör sistemi.....	154
Şekil 7.1 Karbon siyahı.....	169
Şekil 7.2 Pirolitik yağ.....	170
Şekil 7.3 Atıklardan aldehit ayrıştırılması.....	172
Şekil 7.4 Ekstraksiyon sistemi.....	176

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAT	Atık Su Arıtma Tesisi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AKM	Askıda Katı Madde
ALBİYOBİR	Alternatif enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği
AMD	Asit Maden Kanalizasyonu
AT	Arıtma Tesisi
ATC	Kesin Eşik Konsantrasyonu
APAK	Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü
BBB	Bursa Büyükşehir Belediyesi
BFR	Bromlu Alev Geciktiriciler (Brominated Flame Retardants)
BM	Birleşmiş Milletler
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
BUSKİ	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
CBp	Karbon Siyahı
C2C	Beşikten Beşiğe (Cradle to Cradle)
CFC	Kloro Floro Karbon
CTR	Katot Işınlı Tüp (Cathode Ray Tube)
CWA	ABD Temiz Su Hareketi
ÇOB	Çevre ve Orman Bakanlığı
ÇOK	Çözünmüş Organik Karbon
ÇKM	Çökebilir Katı Madde
dk.	Dakika
DO	Çözünmüş Oksijen
DVD	Çok Amaçlı Sayısal Disk (Digital Video Disc)
Eurostat	Avrupa Birliği İstatistik Ofisi
EPDK	Enerji Planlama ve Denetleme Kururmu.
F	Fahrenayt
GKA	Geri Kazanılmış Atık
GYTE	Gebze Yüksek Teknolojileri Enstitüsü
HBV	Hepatit B Virüsü

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (DEVAM)

HC	Hidro karbonlar
HCV	Hepatit C Virüsü
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Poli Etilen (High Density Polyethylene)
HFCF	Hidro Floro Karbonlar
HIV	İnsan Bağışıklık Yetmezlik Virüsü (Human Immunodeficiency Virus)
HKİ	Hava Kalitesi İndeksi
İYA	İnşaat Yıkıntı Atıkları
KKADA	Kent Katı Atık Depolama Alanı
KOİ	Kimyasal Oksijen ihtiyacı
KVS	Kısa Vadeli sınır Değer
LASDER	Lastik Sanayicileri Derneği
LCD	Sıvı Kristal Ekran
LDPE	Düşük Yoğunluklu Poli Etilen (Low Density Polyethylene)
M	Maksimum Müsaade edilen Konsantrasyon
m	Metre
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
NP	Noktasal Kirlilik
NPS	Noktasal olmayan Kirlilik
OECD	Ekonomik İşbirliği Kalkınma Örgütü
ÖTL	Ömrünü Tamamlmış Lastik
PAH	Poli Aromatik Hidrokarbonlar
PCB	Poli Klorlu Bifenniler
PCDDs	Poli Klorlanmış Dibenzodioksin
PED	Poli Etilen Tereftalat
PCDFs	Poli Klorlanmış Dibenzofuran
PM	Partikül Madde
PP	Poli Propilen

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (DEVAM)

ppm	Milyonda bir olasılık (Parts per million)
PS	Poli Stiren
PVC	Polivinil klorürü
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TAPDER	Türkiye Atık Pil Derneği
TCLP	Karakteristik Yıkama Prosedürü (Toxicity Characteristic Leaching Procedure)
TÇK	Toplam Çözünen Katı
TDN	Eşik Koku Numarası
THM	Tri Halo Metan
TLV	Eşik Limit Değeri
TOK	Toplam Organik Karbon
TTB	Türk Tabipler Birliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ug	Mikrogram
UVS	Uzun Vadeli Sınır Değeri
Vb.	ve benzeri
VCR	Elektrik Devre Sistemi
VPN	Veri Planlama Noktası
Vs.	ve sair
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Çevre; insanlar ve diğer canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve kaşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel işleyişin devam ettiği ortamdır (Çevre Kanunu). Diğer bir deyişle “Ekosistem” olarak da tanımlanabilir. Bu ekosistemdeki hava, su ve toprak çevrenin fiziksel unsurlarını; insan, hayvan, bitki ve diğer mikroorganizmalar ise biyolojik unsurlarını teşkil etmektedir (wikipedia).

Yaşadığımız çevrede gerek insan eliyle gerek doğal yollardan kaynaklı çeşitli kirlilikler oluşabilmektedir. Kirliliği meydana getiren kaynağın durumu ve kimyasal yapısı kirliliğin boyutunu ve beraberinde yaratacağı şiddeti de etkilemektedir. Çevresel kirlenmeler fiziksel kirlenme, kimyasal kirlenme ve biyolojik kirlenmeler şeklinde gerçekleşebilmektedir. Örneğin; üretim yapan bir tekstil fabrikasının atık suyunun direkt akarsu ve göllere boşaltılması sonucu doğal haldeki suların renginin değişmesi bir fiziksel kirlenmedir. Tekstil fabrikasında gerçekleştirilen üretimler veya uygulamalar esnasında ortaya çıkan gaz oluşumları kimyasal kirlenmedir (boyama işlemi gibi). Bir çiftçinin kanalizasyon suyu karışmış su ile sulama yapması sonucu hastalık yapıcı mikroorganizmaların döngü halinde önce suya, toprağa, son olarak da atmosfere geçerek bu ortamların kirlenmesine yol açması da biyolojik kirlenmeler yaratmaktadır.

1. ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE TANIMLANDIRILMASI

1-Hızlı nüfus artışı

2- Göçler ve plansız kentleşme,

3-Plansız endüstrileşme

4-Doğal kaynakların hoyratça kullanılması

5-Kişi başına kullanılan enerji, su, kağıt, kömür vb. şeylerin artışı. Yani, bilinçsiz üretim ve tüketim.

6-Ormanların tahribi, yangınlar ve erozyon olayları

- 7-Yeşil alanların aşırı otlatılması ve buna bağlı olarak doğal bitki örtüsünün tahribi
- 8-Konutlardaki ve işyerlerindeki ısınmadan kaynaklanan (özellikle kalitesiz kömür kullanımı) hava kirliliği
- 9-Motorlu araçlar ve deniz araçları
- 10-Maden, kireç, taş ve kum ocakları
- 11-Gübre ve zirai mücadele ilaçları
- 12-Atmosferik olaylar ve doğal afetler
- 13-Kanalizasyon sularının arıtılmaksızın alıcı ortamlara verilmesi ve sulamada kullanılması
- 14-Katı atıklar ve çöp birikintileri
- 15-Sulak alanların ve göllerin kurutulması
- 16-Arazilerin yanlış kullanımı
- 17-Kaçak avlanma
- 18-Televizyon, bilgisayar ve tıbbi cihazların yaygınlaşması ile meydana gelen radyasyon etkisi.
- 19-Endüstriyel ve kentsel kaynaklı gürültü

1.1. Atıklar ve Tanımlamalar

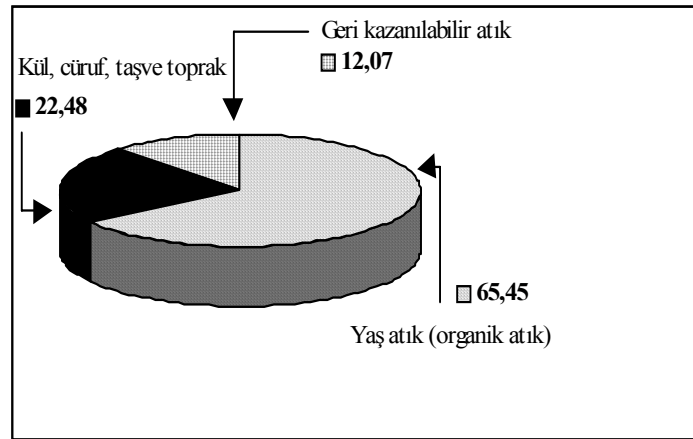
Atık, yaşamımızın bir gereği olan tüketim ve buna bağlı olarak üretim çalışmaları sonucu oluşan gerek insan eliyle gerek doğal yollarla gerçekleşen ve çevreyi olumsuz yönde etkileyen her türlü maddedir. Atıklar oluştuğu yerlere, kimyasal ve fiziksel yapılarına göre adlandırılırlar. Ülkemizde her geçen yıl atık üretim miktarı ciddi anlamda artış göstermektedir. 1993 yılına ait DİE verileri bu durumun ayrıntısını Şekil 1.2'de göstermektedir.

Geri kazanım; değerlendirilebilir atıkların kaynağında ayrı toplanması, sınıflandırılması, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye dönüştürülmesi işlemlerinin bütünüdür.

Bertraraf etmek; atıkların oluşturabilecekleri olumsuz etkileri ortadan kaldırmak veya minimize etmek için uygulanan yakma, kompostlaştırma, basınç ve ısıya tabi tutma, gömme vs. yöntemlerin tümüdür.

Atık yönetimi; atığın kaynağında azaltılması, özelliğine göre ayrılması, toplanması, geçici depolanması, ara depolanması, geri kazanılması, taşınması, bertarafı ve bertaraf işlemleri sonrası kontrolü ve benzeri işlemleri içeren bir yönetim biçimidir (Atıkların bertaraf yönetmeliği).

Entegre atık yönetimi ;atık yönetiminin tüm atıklara beraber uygulanmasıdır (Atıkların bertaraf yönetmeliği).



Şekil 1.1 Türkiye genel atık karakterizasyonu (DİE- 1993)

1.2. Atıkların Sınıflandırılması

Nüfus artışı, yaşam standardının yükselmesi, şehirleşme, tüketim maddelerinin çeşitlenmesi gibi nedenlerle atık maddeler giderek artmaktadır. Belli bir orandaki atıkları ekosistem birkaç yıl veya daha uzun sürede temizleyebilmektedir. Ancak atık sayısı ekosistemlerin temizlenme gücünün üzerine çıkmıştır. Atıklar, sıvı atıklar, katı atıklar ve gaz atıklar olmak üzere üç başlık altında incelenir.

1.2.1. Katı atıklar

1.2.1.1. Evsel atıklar:

Bu atıklar çoğunlukla sıkıştırılmalı kamyonlar veya diğer konteynırlar ile taşınan atıklardır. (Cindil 2010) Bu grup içersinden evlerden kaynaklanan atıklar, ticari atıklar, ambalaj maddeleri, yiyecek atıkları, bahçe atıkları, cam, gazete ve dergi, seramik, konserve ve meşrubat kutuları, plastikler, elbise ve kumaş parçaları vs. ürünler bu gruba girer.

1.2.1.2 Şehir atıkları:

Konut, bina, köprü, yol vb. alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıklardır. Bu atıklar içine sokak temizleme atıkları, hurda araçlar ve arıtma çamurları, kül ve cüruf gibi atıklar da girer. (Cindil 2010).

1.2.1.3 Endüstri atıkları:

Sanayinin gelişmesiyle baş gösteren ve sanayi faaliyetleri sonucu ortaya çıkan atıklardır. Tekstil fabrika atıkları, metal işleme atıkları, kauçuk ve lastik sanayi atıkları vs. atıklar bu gruba girer.

1.2.1.4. Tarım atıkları:

Tarımsal faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıklardır. Bu atıkların miktarı ve özellikleri bölgenin veya şehrin sosyoekonomik seviyesi, beslenme alışkanlıkları gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Tarımsal atıklar bitkisel ve hayvansal olmak üzere ikiye ayrılır. (Sakarya Üniversitesi). Ayrıca tarımsal atıklar tarımsal faaliyetlerde organik madde kaynağı olarak kullanılabilir.

1.2.2. Sıvı Atıklar

Hastane kaynaklı olan kan, dişçilik yıkama suları, diyaliz makinaları suları, evsel kaynaklı olan temizlik suları, kanalizasyon suları vs. atıkları ifade eder. Sıvı atıkların sularda oluşturduğu kirlilik ve etkilerini inceleyerek:

1.2.2.1. Fiziksel etkiler:

Suyun sıcaklık, tat, koku gibi özelliklerinin değişime uğramasıdır. Örneğin; üretim çalışmaları sonucunda yüksek sıcaklıktaki fabrika yıkama suları nehirlere veya göllere bırakıldığında ortamın sıcaklığı yükselmekte ve buna bağlı olarak da oksijen miktarında azalmalara neden olmaktadır. Ortamda oksijen miktarının azalması sonucu çevrenin dengesi bozulmaya uğrar.

1.2.2.2. Kimyasal etkiler:

Tekstil fabrika atıkları, boya imalat atıkları, metal imalat atıkları kısacası üretim çalışmaları sonucu oluşan ve ortamın kimyasal yapısını tamamen veya kısmen

değiştiren organik ve inorganik maddelerin sulara birikerek oluşturdukları kirlenmelerdir.

1.2.2.3. Biyolojik etkiler:

Organik atıkların etkisiyle su kaynaklarında algler, bakteriler ve küfler oluşur. Bunlar da sulardaki oksijeni azaltırlar. Örneğin, kanalizasyon atıklarının nehirlere ve göllere bırakılması sonucu balıkların yaşamaması ve balık türlerinin yok olması.

1.2.3. Gaz atıklar

Nükleer enerji santralleri, sanayi tesis bacaları, yakma tesisleri, enerji amaçlı fosil yakıtların kullanımı, çöp depolama ve kompostlaştırma alanları vs. gaz atıkların kaynaklarını oluşturur. Gaz atıkların bazı olumsuz çevresel etkiler oluşturur. Bunlar:

- Çöplük alanlarından kaynaklı patlama ve yangınlar
- Sera etkisi ve küresel ısınma
- Hava kirliliği ve istenmeyen kokuların oluşması
- Flora ve faunanın zarar görmesi
- Yeraltı ve yüzey suyu kirlenmesi

1.3. Atıkların Bertarafı

Ülkemizde ve dünyada atıkların bertarafı için uygulanan ve aslında beraberinde ne yazık ki kirlilik yaratabilen buna rağmen dünya devletlerince halen uygulanmakta olan dört yöntem mevcuttur.

- Düzenli depolama
- Yakma
- kompostlaştırma

1.3.1. Düzenli depolama

Mevcut atıkların yetkili organlarca atık depolama alanına sistemli olarak yayılarak üzerlerinin toprakla örtülmesi işlemidir. Uygulanan bu sistemin çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olabilmektedir. Bu etkileri sınıflandırarak inceleyelim.

1.3.2. Yakma

Tüm dünya devletlerinde nüfusun artmasıyla üretim ve tüketim miktarındaki artış atık miktarını da arttırmıştır. Bu nedenle atıkların depolanacağı çöplük alanlarının yetersiz olması durumu yaşanmaktadır. İşte bu nedenlerden ötürü özellikle kalabalık şehirlerde uygulanan bir yöntemdir. Yakma işlemi yüksek sıcaklıktaki büyük fırınlarda gerçekleştirilir. Ancak yakma işlemi ile tehlikeli gazlar, kül, koku gibi olumsuz etkiler de oluşmaktadır. Bu durum hava, toprak, gürültü, görüntü, flora ve fauna üzerinde olumsuz etkiler doğurmaktadır. Atık yakma tesislerinin doğurduğu bu olumsuz sonuçları neticesinde dünya devletlerinin birçoğu yakma işlemini yasaklamıştır. Ancak türkiyede yakma tesisleri halen mevcuttur.

1.3.3 Kompostlaştırma

Kompost biyokimyasal olarak ayrışabilen çok çeşitli organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından stabilize edilmiş, mineralize olmuş ürünlerdir.

Kompostlama, mikroorganizma adı verilen ve çoğunluğu gözle görülmeyen canlıların, ortamın oksijenini kullanarak çöp içerisindeki organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırmasıdır. Bu olayın gerçekleşebilmesi için çöp kütledeki su içeriğinin % 45-60 dolaylarında olması gerekmektedir (Erdin, 1980; Alyanak, 1986). Kompostlama, mikrobiyolojik faaliyetler ile kızışmaya tabi tutulan katı atıkların içindeki organik maddelerin termofilik koşullarda biyolojik olarak bozuşturulmasını ve stabilizasyonunu sağlayan bir katı atık bertaraf yöntemidir. Organik atıkların havalı şartlarda mikrobiyal parçalanmaya (çürümeye) tabi tutularak, bitki besin elementleri ihtiva eden, organik madde bakımından zengin, sağlık yönünden zararsız olan, humus görünümünde stabil haldeki son ürününe kompost adı verilir (Erdin, 1981). Ayrıca kompostlama sonucu elde edilen kompostun tarım alanlarında gübre olarak kullanılması ile atıklar doğadaki madde döngüsüne (**Biological Recycling**) katılmaktadır.

Kompostlaştırmada statik, yöntemler, statik dinamik kombine sistemler ve dinamik yöntemler olmak üzere çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan birçok kompostlaştırma teknikleri mevcuttur (Erdin, 1981). Bu teknikler;

- Tambur kompostlaştırma tekniği
- Açık yığın kompostlaştırma tekniği
- Kapsüllenmiş yığın kompostlaştırma tekniği

- Tünel kompostlaştırma tekniği
- Hücre ve konteynır bioorganik atık kompostlaştırma tekniği
- Brikollar kompostlaştırma tekniği
- Anaerobik kompostlaştırma tekniği

1.4. Atık Bertaraf Tesislerinin Yarattığı Olumsuz Sonuçlar

Atık bertarafı için tahsis edilen düzenli depolama alanları, yakma tesisleri ve kompostlaştırma alanları toprak yapısında ve kalitesinde, yer altı ve yüzey sularında, hava emisyonlarında, flora ve fauna ortamında olumsuz etkiler doğurmaktadır. Bu etkileri kısaca ele alalım.

1.4.1. Hava ve gürültü

Düzenli depolama alanlarında biyodegradasyon sonucu oluşan metan, sülfat, benzen, karbondioksit gibi gazlar toksik, kanserojen, sera etkisi gibi olumsuz etkiler yaratarak hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Yine düzenli depolama işlemleri uygulanırken zemin hazırlama çalışmaları ve yükleme boşaltma çalışmalarının yapılması esnasında gürültü, toz oluşumu, egzoz gazları oluşumu gibi olumsuz etkiler doğmaktadır. Bu durum da hava kalitesinde olumsuzluk yaratan kirletici etmenlerdendir. Yakma tesislerinde ise; kötü koku oluşumunun yanında çeşitli gaz oluşumları da söz konusudur. Bu gazlar; karbondioksit, karbonmonoksit, sülfürdioksit ve azot-oksit, hidroklorik asit, PCDDs'ler, PCDFs'ler, PAH'lar vs. gazlardır.

1.4.2 Yeraltı ve yüzey suyu

Düzenli depolama alanlarına getirilen katı atıklar biyodegradasyon ve kimyasal oksidasyonlar sonucu parçalanır. Hem bu parçalanmalar hemde depolama alanlarında ki beklemeler sonucu sızıntı suları oluşur. Oluşan bu sızıntı suları yüzey sularına ve ayrıca toprağa ve topraktan da yeraltındaki sulara karışarak kirlilik oluşturur. Sızıntı suyunun yer altı ve yüzey suyunu kirletmesi atığın türüne bağlı olarak şiddetlenirken, yer altı suyunun kirlenmesi toprağın geçirgenlik katsayısına, kayaç yapısına bağlı olarak ta şiddetlenebilir.

1.4.3 Toprak

Atık bertaraf tesisleri için tahsis edilmiş alanların kaybı ve daha sonra kullanılamaz hale gelmesi söz konusu olur. Bu alanlardaki toprak kirlenmeleri atığın yapısındaki patojenik mikroorganizmalara, tuzlara, ağır metallere ve toprağın yapısına bağlı olarak şiddetlenebilir. Bunların sonucu olarak ta toprak kirlenmeleri ve toprağın kalitesini gitirmesi gibi olumsuz etkiler yaratılmış olur. Bununla beraber kirlenen toprak çıkan zararlı toz ve gaz emisyonlarının, kül ve cüruf kalıntılarının yağmur suları ile toprakta süzülüp dolaylı olarak yer altı sununu da kirletmesine zemin hazırlamış olacaktır.

1.4.4 Flora ve fauna

Düzenli depolama alanlarında yapılan bertaraf çalışmaları sonucu bir toprak kaybı olacağı için bu alanda mevcut olan flora ve fauna türleri de olumsuz etkilenecektir. Bunların yanı sıra sızıntı suları, hava kirliliği gibi sonuçların doğması düzenli depolama alanlarına yakın olan flora ve fauna türlerini olumsuz etkileyecektir.

Düzenli depolama alanlarının doğurduğu tüm bu olumsuz etkilerin dışında ortamda atığın türüne bağlı olarak şiddetli kokular, kuşlar, haşereler, köpekler ve başkaca olumsuz olayların artması söz konusu olur. Bu durumun çevre sağlığı, halk sağlığı ve depolama alanı çevresindeki yerleşim alanları açısından ciddi rahatsızlıkları da beraberinde getirmesi olasıdır.

1.5. Çevre ve Orman Bakanlığı'nca Önerilen Atık Yönetim Piramidi

Atık Yönetim Piramidi üst basamaktan alt basamaklara doğru değerlendirilir. Yani ilk aşama atığın oluşmasının **önlenmesi**, eğer bu sağlanamıyorsa atığın **minimizasyonu**, diğer bir deyişle atığın en aza indirilmesi amaçlanır.



Şekil 1.2 Atık yönetim piramidi (ÇOB).

Daha sonra atığın yeniden kullanımı eğer bu da mümkün olmuyorsa önce geri dönüşüm ve sonra enerji geri kazanımı amaçlanır. Bu uygulanan yöntemlerden sonra elimizde kalan atığa ya da bu yöntemleri uygulayamadığımız atığa yapılacak en son işlem bertaraftır (ÇOB).

1.5.1. Atık Yönetimi Yapılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Yetkili / sorumlu belirlemek
- Atığın türünü ve cinsini tanımlama
- Kaynağında ayrı toplama
- Personel eğitimi
- Geçici atık depolama sahası kurulması
- Ön işlemler
- Atıkların bertaraf/geri kazanıma gönderilmesi
- Kayıtların tutulması

Atıkların; bertaraf, yakma, geri kazanım vs. amaçlar için ayrıştırılması aşamalarında atık türleri çok önemlidir. Atıkların türlerine göre kullanım alanlarında değişmektedir. Tablo 1.1' atık türleri ve kullanım alanları mevcuttur.

Tablo 1.1 Atıkların kullanım alanları (geridönüşüm.org).

Atık Türü	Kullanım Alanı
Metal atıklar	Atık metaller daha önceki kullanım amacına yönelik kullanılabilir ama bu her durumda geçerli değildir. Alaşım özelliğinden dolayı çapraz uygulamalar her zaman mümkün olmayabilir. Mesela: pencere profili üretilemez.
Cam atıklar	Cam atıklar eritilerek tekrar kullanılabilir. Ancak beyaz cam üretimi hariç.
Tekstil atıkları	Kağıt yapımı, dolgu ve yalıtım malzemesi olarak kullanılır.
Plastik atıklar	Plastiklerin tekrar kullanımı kısıtlıdır. Plastik çeşitleri hem çok fazladır hem de bunların ayrılması da sınırlı olmasından dolayı kaliteli ikincil ürün elde etmek zordur. Örneğin; kimyasal özellikleri değişik ve birbirine uymayan plastiklerin özgül yoğunlukları birbirine yakın olması durumunda mekanik ayrışma zor olur. Bu nedenle plastikler kısıtlı ayrıştırılırlar.
Ahşap atıklar	Kağıt üretimi ve yakıt olarak kullanılır.
Kemikler	Jelatin türü malzemelerin yapımında kullanılır.
Kağıt atıklar	Yeni yapılacak kağıdın hamuruna katılır ve belli bir oranı geçmemek kaydı ile tüm ürünlerin yapımında kullanılır. % 100 eski kağıtlardan üretilen kağıtlar renk ve doku uzunluğu bakımından öteki kağıtların kalitesine ulaşamamaktadır.

1.6. Kimyasal Arıtma

Atık sularda bulunan kolloid maddelerin suya kimyasal ilavesi ile uygun pH değerlerinde çöktürülerek uzaklaştırılması işlemidir. Kimyasal arıtma işleminde çeşitli üniteler kullanılır (sistempark). **Kimyasal arıtma üniteleri;**

- Koagülasyon Ünitesi
- Nötralizasyon Ünitesi
- Flokülasyon Ünitesi

1.6.1. Koagülasyon

Atıksuya uygun pH değerinde uygun kimyasal maddenin dozlanarak reaksiyonun gerçekleştirildiği kademedir. Koagülant madde olarak en yaygın kullanılanlar $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$ ve $FeSO_4$ 'tür (sistempark).

1.7.2. Nötralizasyon

Kimyasal arıtma çıkışında uygun pH aralığının ayarlanması için kullanılır. pH ayarlamada HCl, NaOH ve kireç yaygın olarak kullanılmaktadır (sistempark).

1.7.3. Flokülasyon

Atıksuda oluşan flokların birleştirilip daha kuvvetli olması sağlanarak daha iyi bir çökeltmenin sağlandığı bölümdür. Flokülasyonun gerçekleşmesi için suya polielektrolit ilave edilir. Kısacası flokülasyon, suda çözünebilen, çok yüksek molekül ağırlıklı organik polimerler kullanılarak taneciklerin bir araya getirilmesi işlemidir (sistempark).

1.7. Biyolojik Arıtma

Biyolojik arıtma, atıksuyun içinde bulunan askıda veya çözünmüş organik maddelerin bakterilerce parçalanması ve çökebilen biyolojik floklarla sıvının içinde kalan veya gaz olarak atmosfere kaçan sabit inorganik bileşiklere dönüşmesidir. Biyolojik arıtmanın esası organik kirleticilerin doğada yok edilmeleri için yer alan biyoflokülasyon ve mineralizasyon proseslerinin kontrolü ile çevrede ve optimum şartlarda tekrarlanmasıdır. Böylece doğadaki reaksiyonların hızlandırılarak daha kısa bir sürede, emniyetli ortamda gerçekleştirilmeleri sağlanmaktadır. Biyolojik arıtma sistemleri değişik şekillerde sınıflandırılabilirler. Ortamda oksijen varlığına göre;

- Havalı (aerobik)
- Havasız (anaerobik)

şeklinde sınıflandırılabilir. Bu şekilde sınıflandırılan bu sistemler kullanılan mikroorganizmaların sistemdeki durumuna göre askıda ve sabit film (biyofilm) prosesleri olarak da sınıflandırılabilirler (Alemdar harita).

1.7.1. Biyolojik arıtmanın amacı

Biyolojik arıtmanın amacı, atıksudaki çökelmeyen koloidal katıları pıhtılaştırarak gidermek ve organik maddeleri kararlı hale getirmektir. Evsel atıksu arıtımında organik madde içeriğinin yanı sıra azot ve fosfor gibi besi maddeleri de biyolojik arıtımda giderilir. Çoğu kez durumda toksik olabilecek eser (iz) miktardaki

organik maddeleri gidermek de önemlidir. Tarım alanlarından geri dönen sularda önemli olan azot ve fosforun arıtılması kritik önem taşır. Endüstriyel atıksular için, organik ve inorganik bileşiklerin arıtımı önemlidir. Bu bileşiklerden çoğu mikroorganizmalar üzerinde toksik etki yaptıkları için genellikle özel zaman ön arıtma gerekebilir (Alemdar harita).

1.7.2. Biyolojik arıtmada mikroorganizmaların rolü

Atıkların çevreden temizlenmesi ve onlardan yeni ürünler elde edilmesi insan ve hayvan sağlığı için olduğu gibi ekonomik açıdan da yararlıdır. Bu nedenle son yıllarda gerek çevre kirliliği gerekse de canlıların yaşamı için yararlı ürünlerin eldesini sağlayacak yeni bir adım atılmıştır. Biyoteknoloji adı verilen bu alanda belli mikroorganizma kültürleri kullanılmaktadır. Bunlar maya, küf ve bakteri kültürleridir. Bu ortamlarda birçok atık çevreye zararlı olmaktan çıkarılıp önemli ve faydalı ürünlere dönüştürülmektedir. Kirlenen dünyamızda atıkların temizlenmesi ve giderilmesinde mikroorganizmalar günümüzde büyük önem taşımaktadır. Biyoteknolojinin uygulama alanları Tablo 1.2’de verilmiştir.

Tablo 1.2 Biyoteknoloji uygulama alanları.

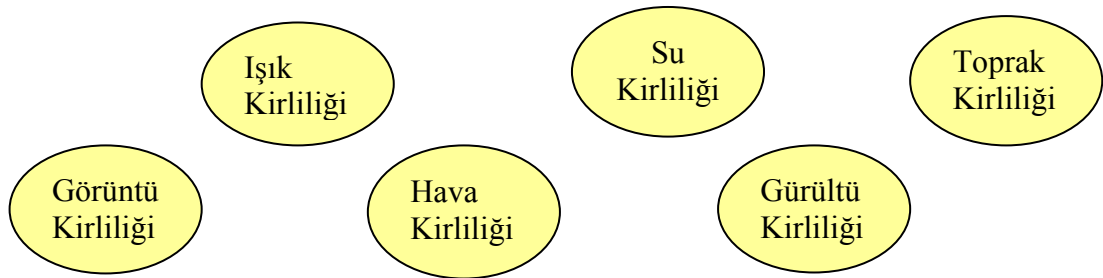
Kimyasal Madde	Nişasta, glikoz, etanol, organik asitler, antibiyotikler, enzimler, vitaminler
Enerji	Metan, etanol
Besin Maddesi	Fermente besin maddesi, tek hücre proteini (yüksek mantarlar)
Yem	Hazmedilmiş saman, tek hücre proteini (algler)
Gübre	Azot bağlanması, fosfor çözündürülmesi
Madencilik	Filiz özütlenmesi, detoksifikasyon

1.8. Sanayi Atıklarının Çevreye Verdiği Zararlar

Biyolojik olarak veya kendi kendisine yok olmayan ya da çok uzun yıllarda yok olan maddelerin oluşturduğu kirliliktir. Sanayileşme bir yandan verimli tarım arazilerini kuruluş yeri olarak kullanmakta, diğer yandan da bu tesislerden çıkan çeşitli atıklar hava, su, toprak, gürültü ve radyasyon kirliliği vb. sorunlara neden

olabilmektedir. Kirliliğin tarımda neden olduğu zararların büyüklüğü; üretim teknolojisi, atıkların nitelikleri, iklim koşulları ve tarım ürünlerinin türü ve çeşidine bağlıdır. Kirliliğin tarımda neden olduğu zararların büyüklüğü; üretim teknolojisi, atıkların nitelikleri, iklim koşulları ve tarım ürünlerinin türü ve çeşidine bağlıdır. (Tanrıvermiş 1997 ve Mülayim 1997). Bunlardan plastikler, deterjanlar, tarım ilaçları, böcek öldürücüler (DDT gibi), radyasyon vb. maddeler ikinci tip kirlenmeye neden olur. Kalıcı kirlenme de denilen ikinci tip kirlenmeye neden olan maddeler bitki ve hayvanların vücutlarına katılır. Sonra besin zincirinin son halkasını oluşturan insana geçerek insanın yaşamını tehlikeye sokar. Örneğin; Marmara denizine sanayi atıkları ile cıva ve kadmium iyonları bırakılmaktadır. Zararlı atıklar besin zincirinde alglere, balıklara ve sonunda insana geçerek önemli hastalıklara ve ani ölümlere neden olur. Sanayi çalışmaları sonucu meydana gelen ağır metaller sulara ve havaya karışır. Özellikle fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmium gibi toksik maddeler içerirler. Önlem olarak fabrikalar sulardan uzağa kurulmalı, sanayilerin atıklarını sulara vermeleri önlenmeli. Her fabrikanın atıklarını arıtması için tesisler yapması sağlanmalıdır. (Tanrıvermiş 1997 ve Mülayim 1997)

1.9. Kirlilik ve Kirlilik Çeşitleri



Şekil 1.3. Kirlilik çeşitleri.

1.9.1. Görüntü kirliliği

Fizik, çevre ve insanla ilgili eşyanın insan eliyle doğal çevre ve insan tabiatıyla uyumsuz ve sağlıklı insanları rahatsız edici hale getirilmesine "görüntü kirliliği" denir. Yanmış orman alanları, kirletilmiş kıyılar ve sular, gelişmiş güzel atılmış atıklar, kötü aydınlatmalar, tabela ve reklam afişleri, cinselliğin istismarı, kötü tavır ve davranışlar gibi durumlar görüntü kirliliğidir (Bodur ve Kucur, 1994).

1.9.2. Hava kirliliği

Hava Kirliliği; atmosferin canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen ve ciddi zararlar yaratan toz, duman, gaz, koku, partikül maddeler ve su buharı Şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insanlar, hayvanlar, bitkiler ve eŐyalar üzerinde zararlı etkiler doğuracak oranlarda bulunması olarak tanımlanabilir. Fabrika bacaları, eksoz gazları, fosil yakıtlar, çöplük alanları vs. alanlar hava kirliliğinin kaynaklarıdır.

1.9.3. Su kirliliği

Su kirliliği; fenoller, algler, zirai mücadele ilaçları vs. gibi nedenlerle sulara ulaşan istenmeyen zararlı maddelerin, suyun kalitesi ve niteliğini bozacak miktar ve yoğunlukta suya karışma olayıdır. Tarımsal alıŐmalar, Şehirleşme ve nüfus artışı, bilinçsiz kullanım, asit yağmurları vs. gibi kaynaklar su kirliliğini arttıran etmenlerdir.

1.9.4. Toprak kirliliği

Toprağa bırakılan ve toprağın verimini düŐürerek toprağın özelliğini bozacak her türlü atıklar, ekolojik olaylar ve uygulamalar toprak kirliliği olarak nitelenir. Başka bir ifadeyle, mevcut toprak kullanımı veya gelecekteki toprak kullanımı dikkate alındığında, bünyesinde insan ve evre sağlığı açısından risk oluşturan, insan faaliyetlerinden kaynaklanan, tehlikeli kirletici maddelerin bulunduğu tespit edilen ve temizlenmesi gerektiğine karar verilen topraktır (Toprak Kirliliği Yönetmeliği, 2012).

1.9.5. Gürültü kirliliği

İnsanlar üzerinde olumsuz etki yapan ve hoŐa gitmeyen seslere genel olarak gürültü denir. Özellikle büyük kentlerimizde gürültü yoğunlukları oldukça yüksek seviyelerde olup, Dünya Sağlık rgt'nce belirlenen ölçülerin üzerindedir

Genel olarak, gürültü olarak adlandırılan her türlü ses insan sağlığını fizyolojik ve psikolojik olarak etkiler. İstenmeyen bu sesler sinir, saldırganlık, hipertansiyon, yüksek stres, kulak çınlaması ya da kulak uğuldaması, duyma kaybı, uyku bozuklukları gibi pek çok sonuç doğurabilir (Rosen ve Olin, 1965).

Bu sonuçlar içinde, stres ve hipertansiyon ciddi sağlık sorunlarına kapı açabilirken, kulak ınlamaları ve uğuldamaları unutkanlığa, ciddi ruhsal bunalımlara ve kimi zaman panik ataklara neden olabilir (Kryter, 1985).

1.9.6. Işık kirliliği

Işık kirliliği ışığın yanlış zamanda, yanlış yerde, yanlış yönde ve yanlış miktarda kullanılmasıdır. Aslında ışık kirliliği, içerisinde çok sayıda yanlış barındıran bir olaydır (Aslan, 2012).

Işık kirliliği konusu Astronomi açısından da çok önem taşıyor. Bütün dünyaya baktığınızda medeniyet geliştikçe enerji ihtiyacı artıyor. Enerji ihtiyacı arttıkça sosyal yapı, kültürel yapı, rahat yaşam geliyor ve aranıyor. Dolayısıyla enerji daha fazla harcanıyor. Aydınlatmalar da ona dönük olarak gelişim gösteriyor. O yüzden yapılaşmanın ve toplumun çok fazla yoğunlaştığı yerlerde düzensiz aydınlatma neticesinde gökyüzü iyice görünmez bir hale geliyor (Aslan, 2012).

BÖLÜM 2

TEHLİKELİ ATIKLAR, METAL ATIKLAR VE BU ATIKLARIN ETKİLERİ

2.1. Tehlikeli Atıklar

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik kapsamında tehlikeli atık tanımı; “Atık Listesinde (*) ile işaretlenmiş atıklar tehlikeli atıktır” tanımı yapılmıştır. Bölüm 10’da belirtilen bu yönetmeliğe göre; tehlikeli atıklar, EK-III A’da listelenen özelliklerden bir veya daha fazlasına sahip atıklardır veya atık listesinde (A) işaretli atıklar, EK-III B’de yer alan tehlikeli atık konsantrasyonuna bakılmaksızın tehlikeli atık sınıfına girer. Burada (M) işaretli atıkların tehlikelilik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda, EK-III A’da listelenen özelliklerden H3-H8 ile H10 ve H11 ile ilgili değerlendirmeler, EK-III B’de yer alan konsantrasyon değerleri esas alınarak yapılır. Bu hüküm tehlikeli maddeler ile kontamine olmamış saf metal alaşımlar için geçerli değildir.

2.1.1. Tehlikeli atıklar nelerdir?

Ülkemizde oluşan başlıca tehlikeli atıklara örnek olarak;

- Tehlikeli madde ile kontamine olmuş ambalajlar (boya kutuları, kimyasal kapları, yağ teneke ve varilleri vb.), üzerinde tehlikeli işareti, yamı, parlayıcı, toksik çevreye zararlı gibi işaretler bulunan ambalajlardır.
- Atık Yağlardan olan motor, makine ve türbin yağları, sentetik ve mineral yağlar, emülsiyon ve solüsyonlar ile metallerin mekanik olarak işlenmesi esnasında oluşan ve yağ bulaşmış atıklar olan yağlı metal talaşları, metalik çamurlar vb.
- Tehlikeli madde ile pislenmiş bez, eldiven, üstübu gibi atıklar
- Eski piller ve aküler
- Organik solventler, pestisitler
- Flouresan lambalar, kartuş ve tonerler, yağ içeren kâlo atıklar

- Asbest içeren maddeler ve siyanür içeren sertleştirme tuzları
- Filtre tozları, metal içeren boya ve fosfat çamuru
- Fotoğrafçılık endüstrisinden kaynaklanan film banyo suları (Bamyacı, 2009)

Birbiri ile uyumlu olmayan tehlikeli atıkların bazıları ise şunlardır:

- Asit ve bazik (kostik) atıklar
- Asit ve siyanürlü atıklar
- Asit ve sülfid içeren atıklar
- Nitrik asit atıkları ve formik veya asetik asit
- Nitrik asit ve formaldehit çözeltileri

Ayrıca Hollanda hükümeti tarafından kullanılan genel sınıflandırma ile toplanmasında bir rehber olarak kullanılabilir. Bu anlamda kullanılacak rehber:

- Asitler ve çözelti içindeki nötr inorganik atıklar
- Çözelti içindeki bazik (kostik) inorganik atıklar (bazlar).
- Halojen konsantrasyonu düşük olan organik atıklar.
- Bilinmeyen maddeler, sprey kutuları, gaz silindirleri, radyoaktif maddeler, kanserojen maddeler gibi risk taşıyan atıklar (ÇOB).

Dolayısıyla bu sınıflandırma, toplama sırasında faydalı olabilir, çünkü genellikle aynı atık kategorisinde olan atıklar aynı şekilde bertaraf edilebilir ve birlikte toplandıkları zaman kimyasal tepkimeye neden olmazlar. Bütün bunlara dikkat edilirse kirlilik oranının minimize edilerek atıkların toplanması sağlanmış olur.

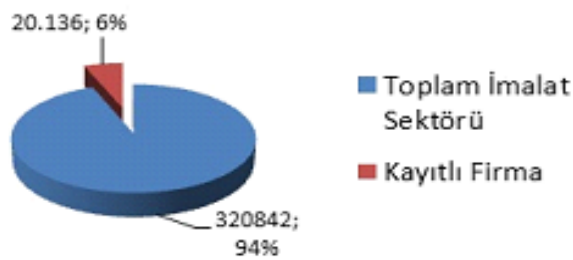
2.1.2. Ülkemizde ne kadar atık ve tehlikeli atık mevcuttur?

Ülkemizde yıllık toplam tehlikeli atık üretiminin~1,3 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir (ÇOB).

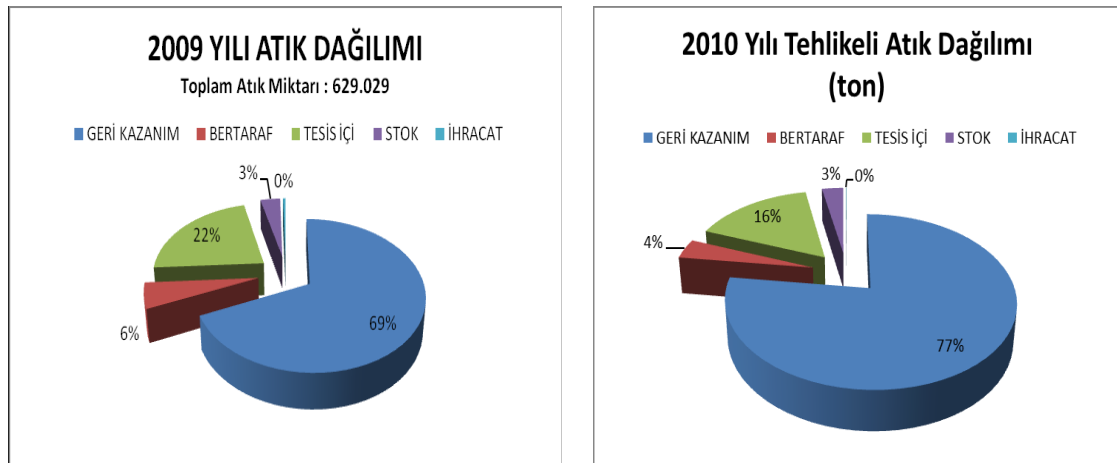
Türkiye’de toplam üretilen tehlikeli atık miktarı ne kadardır ve yayınlanan verilerle karşılaştırıldığında üretilen tehlikeli atıkların yüzde kaçının bertarafı ya da geri kazanımı sağlanabilmektedir? Araştırmalar gösteriyor ki, bu soruya net bir cevap verebilmek çok zor. Bunu açıklayabilmek ya da kesin bir şeyler söyleyebilmek için başka istatistiki verilerde bakılması gereklidir. TUIK tarafından yayınlanan 5 Ekim 2011 tarihli 2009 yılı Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri araştırması geçici sonuçlarına göre 2009 yılında 2.483.300 adet girişim faaliyet göstermiştir. Tehlikeli

Atık üretimi olabilecek sektörlerden yalnızca imalat sektörü dikkate alındığında % 12,92 ile Türkiye’de 2009 yılında 320.842 imalat sektörü girişiminin faaliyet gösterdiği görülmektedir (TUİK).

İmalat sektörü firmalarının hepsinin tehlikeli atık ürettiği düşünülemez. Ancak, % 10’luk bir oranı bile dikkate aldığımızda % 4’e tekabül edecek atık sisteminde kayıtsız firmanın üreteceği atık miktarının, basit bir orantı ile 419.353 ton olacağını kabul edersek içinde yaşadığımız çevrenin ne denli büyük bir tehlike altında olduğunu daha net algılayabiliriz (TUİK). Tahmini olarak oluşturulan bu veriler Şekil 2.1’de mevcuttur.



Şekil 2.1 Ülkemizdeki atık oluşumu (TUİK).



Şekil 2.2 2009-2010 Yılları tehlikeli atık dağılımı (ÇOB)

2010 yılı geri kazanılan atık miktarında artma yaşanırken bertaraf oranında da azalma yaşanmıştır. Bu durum ise atıkların geri kazanım çalışmalarının hız kazandığını göstermektedir.

Tablo 2.1 Berataraf ve geri kazanım tesisine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008-ton/yıl)^a.

Tesis Tipi	Atık Tipi	Niteliği	Toplam	Belediye Atıkları	Sağlık Kuruluşları	Sanayi	Hizmet Sektörü	Diğer
Düzenli Depolama Tesisi	Toplam	Tehlikeli	57.343	171	37.179	15.601	-	4.392
	Kimyasal Nitelikli Atık		1.537			1.537		
	Hurda ekipman ve hurda araçlar		77			77		
	Atık pil ve aküler		176	169		7		
	Niteliği belli olmayan atıklar		15			15		
	Atık yağlar		2	2				
	Mineral Atıklar(kül, cüruf, hafriyat vs)		15.297			10.920		
	Endüstriyel atıksu arıtma tesisi çamurları ve su hazırlama üniteleri çamurları		3.044			3.044		
	Tıbbi atıklar		37.195		37179	1		15

^aTürkiye istatistik kurumu belediye atık istatistikleri veri tabanı

Tablo 2.2 Bertaraf ve geri kazanım tesislerine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008- ton/yıl)

Tesis Tipi	Atık Tipi	Niteliği	Toplam	Belediye Atıkları	Sağlık Kuruluşları	Sanayi	Hizmet Sektörü	Diğer (1)
Kompost Tesisi	Toplam	Tehlikesiz	275,737	275,737				
	Bitkisel atıklar		3,429	3,429				
	Karışık belediye atıkları		156,259	156,259				
	Niteliği belli olmayan atıklar		4,073	4,073				
	Ayrıştırma artıkları		104,241	104,241				
	Metalik atıklar		265	265				
	Cam atıklar		1,966	1,966				
	Kağıt ve karton atıklar		3,819	3,819				
	Plastik atıklar		1,685	1,685				

Tablo 2.3 Berataraf ve geri kazanım tesisine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008-ton/yıl)^b.

Tesis Tipi	Atık Tipi	Niteliği	Toplam	Belediye Atıkları	Sağlık Kuruluşları	Sanayi	Hizmet Sektörü	Diğer (1)
Düzenli Depolama Tesisi	Toplam	Tehlikesiz	11.599.484	10.947.268	2.688	398.818	32.230	218.480
	Kimyasal Nitelikli Atık		211.222	210.843		379		
	Odun atıkları		13.087	12.173		914		
	Tekstil atıkları		287.896	287.105		791		
	Hurda ekipman ve hurda araçlar		888	127		761		
	Gıda üretiminden kaynaklanan hayvansal atıklar		293.575	292.073		1.453	49	
	Bitkisel atıklar		90.924	90.385		406	133	
	Hayvansal gübre		42.275	42.275				
	Karışık belediye atıkları		7.851.580	7.559.644		149.408	32.029	110.499
	Niteliği belli olmayan atıklar		255.816	195.448				104.241
	Ayrıştırma artıkları		104.586	345				
	Evsel nitelikli arıtma çamurları		34.660	28.481		6.179		
	Mineral atıklar (Kül, cüruf ve hafriyat atığı vb.)		646.843	638.179		4.924		3.740
	Endüstriyel atıksu arıtma tesisi çamurları ve su hazırlama üniteleri çamurları		168.435			168.435		
	Tıbbi atıklar		2.688		2.688			
	Metalik atıklar		113.385	111.810		1.575		
	Cam atıklar		200.199	199.772		427		
Kağıt ve karton atıklar		802.262	800.714		1.531	17		
Lastik atıklar		161.236	161.236					
Plastik atıklar		317.927	316.658		1.267	2		

^bTürkiye istatistik kurumu belediye atık istatistikleri veri tabanı

Tablo 2.4 Bertaraf ve geri kazanım tesislerine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008- ton/yıl)^c,

Tesisi Tipi	Atık Tipi	Niteliği	Toplam	Belediye Atıkları	Sağlık Kuruluşları	Sanayi	Hizmet Sektörü	Diğer (1)
Yakma Tesisi	Toplam	Tehlikeli	35,923		14,801	21,122		
	Kimyasal nitelikli atıklar		18,872			18,872		
	PCB içeren atıklar		8			8		
	Hurda ekipman ve hurda araçlar		15			15		
	Niteliği belli olmayan atıklar		12			12		
	Atık yağlar		1,849			1,849		
	Mineral atıklar (Kül, cüruf ve hafriyat atığı vb.)		18			18		
	Endüstriyel atıksu arıtma tesisi çamurları ve su hazırlama üniteleri çamurları		348			348		
Tıbbi atıklar		14,801		14,801				
^c Türkiye istatistik kurumu belediye atık istatistikleri veri tabanı								

Tablo 2.5 Bertaraf ve geri kazanım tesislerine getirilen atık miktarının atık tipine ve kaynağına göre dağılımı (2008- ton/yıl)^d

Tesisi Tipi	Atık Tipi	Niteliği	Toplam	Belediye Atıkları	Sağlık Kuruluşları	Sanayi	Hizmet Sektörü	Diğer (1)
Kompost Tesisi	Toplam	Tehlikeli	15		15			
	Tıbbi atıklar		15		15			
^d Türkiye istatistik kurumu belediye atık istatistikleri veri tabanı								

2.1.3. Tehlikeli atıklar ve Türkiye

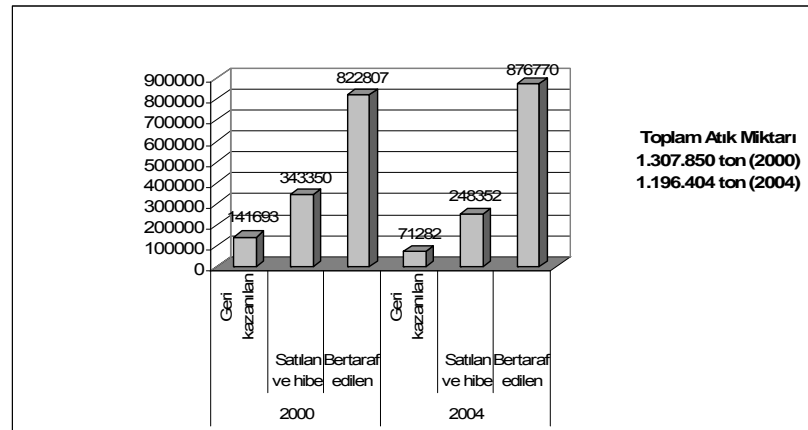
Birçok tehlikeli atık ya da tehlikeli kimyasal, risklerini azaltacak bazı önlemler alınarak kullanılabilir. Atıldıklarında bu maddeler kullanıcılar tarafından kontrol edilemezler. Bu maddelerle direk ya da dolaylı olarak temasta bulunan canlıların zarar görmesine neden olabilir Bu sebeple risklerinden dolayı, tehlikeli atıklar diğer atıklardan ayrı olarak uygun şekilde toplanıp işlem görmelidir.

Tehlikeli atıkların bertarafına yönelik ülkemizde mevcut tesisler; İZAYDAŞ, PETKİM ve TÜPRAŞ olup hepsi yakarak bertaraf sisyemi uygulamaktadır.

Ülkemizde bazı tehlikeli atık vakaları da yaşanmıştır. Bunlardan bazıları; Karadeniz sahillerinde 1986 yılında tehlikeli atık varillerine rastlanmıştır. Yine 1987 yılında yakıt amaçlı Almanya'dan tehlikeli atıklar ithal edilmiştir. 2000-2005 yıllarında tehlikeli atık yüklü ULLA gemisi ülkemize boşaltım yapmıştır. 2006 yılında Hollanda'dan asbest yüklü gemi ve yine aynı yıl Orhanlı Beldesi'nde gömülü halde bulunan tehlikeli atık varilleri (Tenikler, 2008).

2.1.3.1. Ülkemizde bulunan tehlikeli atık miktarları

Tehlikeli atıklara ait kesin olmayan veriler mevcuttur. Çünkü Basel Sekreteryası tehlikeli atık miktarı ile ilgili bildirim vermiyor. Eurostat (Avrupa Birliği İstatistik Ofisi) verileri ise gerçek rakamlardan uzak veriler veriyor ve; OECD (Ekonomik İşbirliği Kalkınma Örgütü) verilerince de veri yok açıklaması yapılıyor ((Tenikler 2008). Ancak TÜİK verilerince Şekil 2.3'te 4 yıllık tehlikeli atık miktarı belirtilmiştir.



Şekil 2.3 2000-2004 Yılları sanayinin yarattığı tehlikeli atık miktarı (TÜİK).

Ülkemiz tehlikeli atıkların beratarfına yönelik ciddi eksiklikler mevcuttur. Bu anlamda; atık yönetimi alanında bilimsel ve teknik temelin oluşturulup geliştirilmesi, yönetimi ve kontrolleri sağlayan kademelerin oluşturulması, yeterli ve eğitilmiş teknik personellerin görevlendirilmesi, gerçek veri ve bilgilerin toplanması, denetimin tam yapılması, istatistikî bilgilerin sık sık değerlendirilmesi, konu ile ilgili firmaların ve laboratuvarların sertifikalandırılması ve denetimlerinin sıkı tutulması gibi konuların tamamlanması gerekmektedir

Türkiye'nin tehlikeli atık yönetiminde göreceli olarak AB ülkeleri genelinden daha yetersiz politikalara sahip olduğu düşünülse de ulusal ve uluslararası düzeydeki ilgi ve duyarlılığın sürekli artması ve AB üyelik sürecinin de etkisiyle, Türkiye'nin ulusal atık yönetim stratejisinin şekillendirilmesinde önemli mesafeler kaydedilmiştir. Günümüzde temel sorun, ulusal stratejinin uluslararası standartları tümüyle karşılayacak şekilde geliştirilmesi ve bir strateji belgesi ile çerçeve altına alınması; daha da önemlisi, uygulamaya geçirilmesini sağlayacak kurumsal ve teknik kapasitenin güçlendirilmesidir. Atık yönetiminde katılımcılığın artırılması ve kamuoyunun bilinçlendirilmesi de stratejik öncelikler arasında yer almalıdır (Tenikler, 2008).

Sonuç olarak; Türkiye'nin tehlikeli atık yönetimine ilişkin gerçekleştirdiği ve/veya gerçekleştireceği iyileştirici ve düzenleyici çalışmalar, salt Avrupa Birliği'ne üyelik süreci ile sınırlı kalmamalıdır. Türkiye, sonuç olarak, sınır tanımaz nitelikteki çevre sorunlarına karşı gerek yönetsel-yasal gerekse finansal tedbirlerini almalıdır. Normatif düzenlemelerin ardı ardına çıkarılmış olması nicelikten öte bir şey ifade etmeyeceği için, sözkonusu stratejilerin uygulanabilir niteliklerle donatılması kaçınılmazdır. Bunu, Avrupa Birliği'ne entegre olma kaygılarına dayanarak gerçekleştirme zorunluluğundan öte, ülkenin sürdürülebilirliğini sağlamak ve gelecek kuşaklara bırakabileceği bir miras olarak algılamak durumundadır (Tenikler, 2008).

2.1.4. Tehlikeli atıklar değerlendirilirken uygulanan metodlar

•**Kaynakta azaltma/Önleme;** atıklardan kaçınmanın en iyi yolu, kaynağında üretilmemesi veya en az atık üretilmesidir.

•**Geri dönüşüm;** atıkların tamamının veya içindeki kullanılabilir maddelerin geri kazanımı veya çeşitli işlemler sonrası tekrar kullanılmasıdır.

•**Aritma;** atıklar fiziksel, biyolojik yada kimyasal arıtma ile atık tehlikesiz veya daha az tehlikeli hale getirilebilir,

•**Bertaraf;** atık oluşumunun kaçınılmaz olduğu ve yukarıda belirtilen işlemlerin uygulanamadığı durumlarda değerlendirilemeyen atıklar yakma, depolama gibi metotlarla bertaraf edilir.

2.1.5. Tehlikeli atıkların alternatif bertaraf yöntemleri

Atıkların Ek Yakıt Olarak Kullanılmasında Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliğ gereğince; kullanılmış yağlar, kullanılmış lastikler, plastik maddeler, boya artıkları, bazı atık solventler ile Çevre ve Orman Bakanlığı'nın uygun gördüğü atık türleri çimento fabrikaları, kireç fabrikaları gibi lisanslı tesislerde ilave yakıt olarak kullanılabilir. Bu tehlikeli yakıtların belirtilen yerlerde ilave yakıt olarak kullanılabilmesi için tehlikeli atık analizleri son teknoloji ürünü analiz cihazlarıyla donatılan atık analiz laboratuvarında "Tehlikeli Atıkların Kontrol Yönetmeliği Ek-11" deki gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmektedir.

2.1.5.1. Tehlikeli atıkların zararsızlaştırılması:

Sanayiden özellikle kimya ve metal sanayiinde oluşan toksik, asidik, kostik, yanabilir nitelikli tehlikeli ve zararlı atıkların büyük bir kısmı çamur veya sıvı formunda (pastöz) halinde bulunur. Bu atıkların bertarafı; düzenli deponilerde, fiziko-kimyasal veya biyolojik arıtma işlemlerinden sonra deponide (Özel atık deponileri), yakma veya piroliz (Özel atık termik işlemleri), katılaştırma (solidifikasyon) dır (Erdin E vd.1996).

Stabilizasyon (tespit etme) ve solidifikasyon (katılaştırma) işlemleri için literatürde birçok tanımlama mevcuttur. **Stabilizasyon** işlemi; herhangi bir atığı kimyasal olarak kararlı bir forma dönüştürmek için uygulanır. Kararlı bir kristal yapı veya bağlayıcı bir polimer içinde toksik element veya bileşenlerin tutularak çözünemeyen bileşikler haline dönüştürülmesi işlemidir. Arıtma çamurlarının kimyasal stabilizasyonu işleminden farklı olduğu düşünülmelidir.

Solidifikasyon işlemi; sıvı atıktan homojen (monolitik) bir katı kütlesi oluşturmak üzere; atığın yapısını ve fiziksel özelliklerini geliştiren çeşitli materyallerin ilavesini kapsar. Böylece sonuçta elde edilen materyal kolayca işlenebilir ve taşınabilir niteliktedir. Solidifikasyon işlemi kimyasal değişimlerin yer aldığı stabilizasyon işlemi de kapsar fakat, aynı zamanda katı madde kütlesi içinde atık partiküllerinin

veya moleküllerinin fiziksel olarak bağlanması olayı da mevcuttur (Sollars J.C., 1989; Huismans J.W.vd.,1981).

Solidifikasyon işleminin temel gayesi sıvı veya sulu atıktan katı bir ürün elde etmek fakat aynı zamanda zararlı atığın çevreye olan zararını da önlemektir. Bunu sağlamak için aşağıdaki dört ana ilke yerine getirilmelidir:

- Katı bir ürün elde etmek
- Atığın işleme özelliklerini geliştirmek
- Kirletici taşınımının oluşacağı yüzey alanını azaltmak
- Akışkanlar ile temas ettiği zaman kirletici çözünürlüğünü azaltmak

Stabilizasyon-solidifikasyon işlemi inorganik sabitleme (inorganic fixation) ve organik kapsülleme (organic encapsulation) olarak iki kategoride incelenir. Bu iki kategori içinde farklı tipte prosesler kullanılır. Organik kapsülleme yöntemi maliyet faktörünün düşünülmediği durumlarda (radyoaktif atık bertarafı) uygulanır. Büyük miktarlarda endüstriyel atıklar için uygulanması düşünüldüğünde oldukça pahalı bir işlemdir. İnorganik stabilizasyon-solidifikasyon teknikleri genel olarak inorganik artıklara, özellikle metal katyonları içeren atıklara uygulanır (Hurley, 1989). Kullanılan birçok sistemde çeşitli çimentolar, kireç, puzolanlar (çimento bileşenleri oluşturmak üzere su ve kireçle bağlanabilen materyaller), gips ve silikatların çeşitli kombinasyonları uygulanır. Prensipten olarak bu metodlar atık bileşenleri ile silikat ve aluminosilikatlar oluşturur.

Tespit etme ve katılaştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

- Katı bir ürün elde edilir.
- Atığın işleme özelliklerini geliştirilir.
- Kirletici taşınımının oluşacağı yüzey alanını azaltma yapılmış olur.
- Akışkanlar ile temas ettiği zaman kirletici çözünürlüğünü azaltma gerçekleşmiş olur.

Çeşitli yöntemlerle solidifikasyon-stabilizasyon uygulamaları yapılmaktadır. Çimento ile solidifikasyon işleminin temel prensibi; uygun bir katı ürün elde etmek üzere çimento-atık karışımı içinde çimentonun hidrasyon etkisidir. Arıtma tesisindeki atığın başlangıç tanımlaması ve nihai bertarafı arasında genellikle beş temel işlem vardır (Clements; Griffiths, 1985). Bunlar:

- a) Analiz ve değerlendirme
- b) Ön arıtma
- c) Bağlayıcı ve katılaştırıcı madde ilavesi
- d) Son ürünün kalite kontrolü
- e) Son ürünün kullanımı ve nihai bertarafı

Herhangi bir atık katılaştırma işlemine tabi tutulmadan önce atığın özelliklerini belirlemek için bazı analizlerin yapılması gereklidir. Çimento ile yapılan katılaştırma işlemlerinden önce atıkta yapılması gerekli analizler şu şekilde sıralanabilir; görünüt, özgül ağırlık, yanma noktası, toplam kuru madde (sıvılarda), toplam inorganik katı madde (katılarda), kül, pH, asidite, alkalinite, siyanür, sülfür, kadmiyum, krom, bakır, demir, nikel, kurşun ve çinko analizleri.

Solidifikasyon işleminden önce atıkların arıtmaya uygun forma dönüştürülebilmesi için tesis içinde ekonomik ön arıtma işlemleri gerçekleştirilir. Burada ana prensip; toksik bileşenlerin toksik olmayan bileşenlere veya nihai üründen sızıntı ile geçebilecek bu tür materyal miktarının minimize edildiği çözünmeyen türlere dönüştürülmesidir. Örneğin asit atıklar kireç veya pH'ı 9 ve 10 arasındaki atık alkali ilavesi ile nötralize edilebilir. Bu pH değerinde herhangi bir toksik materyal hidroksitler formunda olacaktır ve çökelecektir (Stief, 1982). Diğer yandan kuvvetli alkali atıklar ya asit ile veya asit içeren atıklar ile nötralize edilebilir. Siyanür atıkları normal olarak hipoklorit ile parçalanabilir.

Özel ve tehlikeli atıklar solidifikasyonunda da çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle kimya ve metal endüstrilerinden oluşan toksik, asidik, kostik, yanabilir nitelikli tehlikeli ve zararlı atıkların büyük bir kısmı çamur veya sıvı formunda, alıcı ortama doğrudan deşarj için uygun olmayan atıklardır. Bu tür atıklar için nihai bertaraf alternatifleri şöyle sıralanabilir:

- Düzenli özel atık deponisi
- Fiziksel, kimyasal veya biyolojik arıtma (artığın düzenli depolanması ile)
- Yakma
- Derin deniz deşarjı

Tehlikeli ve zararlı atıkların nihai bertarafı için verilen bu alternatiflerin uygulanma yüzdeleri şöyledir: % 78,7 düzenli deponiler, % 7,5 kimyasal arıtma, % 7,0 derin deniz deşarjı, % 3,6 katılaştırma (solidifikasyon), % 1,6 yakma, % 1,6 eski maden yataklarında depolama (Erdin vd., 1996).

Bu dağılımdan da görüldüğü gibi en büyük oran düzenli depolamaya aittir. Bu yöntemin diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında daha ekonomik olması tercih nedeni olmaktadır. Tehlikeli ve zararlı atıkların düzenli depolama ile bertarafında iki farklı prensip uygulanmaktadır. Bunlar:

- Kentsel atıklarla birlikte depolanması ve böylece doğal mekanizma içinde atıkların parçalanma ve dispersiyonunun sağlanması.
- Uygun bir kontrollü kazı veya lagünde tek bir atık türünün biriktirilmesi (mono deponi).

Son yirmi yıl içinde dünyada çevre problemlerine daha duyarlı yaklaşım politikalarının uygulamaya girmesiyle birlikte, düzenli depolamaya gönderilmeden önce atığın tipine göre bir ön arıtma işleminden geçirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu teknoloji yaklaşık yirmi yıldır uygulanmaya başlamıştır ve deponi öncesi arıtma yöntemi olarak önemli bir potansiyel oluşturmaktadır (Erdin vd.,1996).

2.2. Metaller ve Toksik Metaller

Canlı bünyesine girdiği zaman canlı bünyesine zararlı olan metallere toksik metaller denir. Toksik etki metalden metale, canlıdan canlıya değiştiği gibi konsantrasyona bağlı olarak da değişir. Toksik metaller canlı bünyesine havadan, sudan ve özellikle de alınan besinlerden girer. Toksik metaller zamanımızda en zararlı çevre kirleticiler arasında yer alır. Diğer çevre kirleticiler başlıca; deterjanlar, pestisitler, partiküller, gazlar, petrol ürünleridir. Bugün bilinen elementlerin sayısı 106'dır. Bunlardan 84 tanesi metaldir. Metaller toksik ve toksik olmayanlar olarak ikiye ayrıldığı gibi bunlarda eser elementler ve bol bulunan elementler olarak ikiye ayrılabilirler. Eser elementler veya metaller çevre kirlenmesi bakımından, bol bulunan elementlerden çok daha tehlikelidir. Bunun temelinde canlıların eser elementler veya metaller ile temaslarının çok az olması nedeni ile bunlarla uyum sağlama mekanizmalarını geliştirememişlerdir. Başka bir deyişle, canlılar bu metallere yabancı kalmışlardır (Balıkesir Üniversitesi).

2.2.1. Metal kirlenmeleri ve sonuçları

Metaller bilinen en değerli maddeler arasındadır. İnsanoğlu bunları çok uzun zamandan beri kullanmıştır. Zamanımızda bile insanlar büyük problemlerinin çözümünde gene metallere başvurmaktadır. Buna tipik bir örnek, enerji sorunu için

uranyumun kullanılmasıdır. İnsanlar metal filizlerinin yer kabuğundan çıkarılması, depo edilmesi, taşınması, kırılması, flote edilmesi, eritilmesi, rafine edilmesi, kullanılacak şekle getirilmesi, kullanılması, korroze olması, eskimesi ve çevreye atılması esnasında metallere hep karşı karşıyadır. Ayrıca bir metal filizinin çıkarılmasından rafine edilmesine kadar geçen süre içinde canlılar, sadece metalle değil, metal filizinde metalden daha az oranda bulunan öteki metallere de karşı karşıya kalır. Bazı metal bileşikler de direkt çevreye yayılır ve çevreyi kirletir. Buna tipik örnekler bazı kurşun ve civa bileşiklerinin kullanılmasıdır. Kurşun, tetraetil kurşun halinde kalite iyileştirici olarak benzine katılır ve motordaki yanma sonucu çeşitli bileşikler halinde eksoz gazları olarak çevreye yayılır. Civa ise, fenil civa asetat bileşiği halinde fungusit olarak kullanılır ve çevreye yayılır. Ayrıca fosil yakıtlardan da çevre indirekt olarak önemli ölçüde kirlenir. Bilindiği gibi fosil yakıtlardan bazıları eser oranda olmak üzere kurşun ve civanın da içinde bulunduğu çok çeşitli metaller ihtiva eder. Bütün bunlara ilave olarak bazı metaller de insan aktivitelerinin dışında doğal yollardan canlı bünyesine geçer. Bazıları da canlı bünyesinde birikir. Biriken metaller idrar, dışkı ve çürümelerle tekrar tabiata döner. Kısacası metallere bir kısmı cansız tabiatla canlı tabiat arasında devamlı çevrim yapar. Aslında metalik kirlenmelerin çoğu sularla toplanır. Sularda toplanma, sularda çözünme şeklinde olacağı gibi, çözünmeden suların dibinde toplanma şeklinde de olabilir. Bu şekilde olan kirlenme şehir endüstrisi ve zirai atıklardan ileri geldiği gibi herhangi bir yolla atmosfere verilen metalik maddelerden gelebilir. Atmosfere verilen metalik maddeler sonunda yeryüzüne döner ve akarsular vasıtasıyla su yataklarına sürüklenirler. Metalik kirlenmeler organik kirlenmeler gibi kimyasal ve biyolojik yollarla parçalanamazlar, ancak bir metal bileşiği başka bir bileşiğe dönüşür. Dönüşme sonucunda ne olursa olsun metal iyonu kaybolmaz. Bu dönüşmeler esnasında bazen bir metalin çok toksik ya da toksik olup suda çözünen bileşiği de meydana gelebilir. Bütün bunlara ilave olarak, metalik kirlenmeler konveksiyon, rüzgar ve sular vasıtasıyla bir yerden başka bir yere sürüklenirler. Bu şekilde dağılmanın yararlı yönleri yanında zararlı yönleri de vardır. Çünkü hiç kirlenmemiş temiz bölgeler böylece kirlenmiş olur. Yeryüzüne inen toksik metal bileşikler nehir, yağmur ve kar sularıyla yeryüzü sularına ulaştırıldığı gibi yağmur ve kar sularıyla topraktan sızma suretiyle eser oranda da olsa yeraltı sularına da karışabilir. Bu nedenle bazen yeraltı suları da çeşitli toksik metaller ihtiva edebilir. İçme suları da bu kaynaklardan temin edildiğinden, içlerinde çeşitli toksik metaller bulunabilir. En

önemli konulardan birisi de toksik metallerin gıda yapısında birikmesidir. Birikme sonucu metallerin konsantrasyonu sudakinin ve havadakinin çok üstünde çıkabilir. Böyle bir oranda toksik metal ihtiva eden bir gıdayı alan insan veya hayvan zehirlenebilir (Balıkesir Üniversitesi).

2.2.2. Önemli metalik kirlenmeler

1070 yılında yapılan temiz hava anlaşmasında civa, kurşun ve berilyum tehlikeli olarak ve bunlardan başka sekiz metal de tehlikeli olabilir kabul edilmiştir. Tehlikeli olabilir den kasıt; bu elementlerin çevredeki durumlarının çok sık kontrol edilmesi gerekli olduğu aksi halde zararlı olabilecekleridir. Bir metalin tehlikeli olabilmesi demek, çevreyi kirlenme ihtimalinin büyük veya kullanılma yerlerinin çok olması demektir. Tehlikeli metaller; civa, kurşun, berilyum ve tehlikeli olabilecek metaller; bakır, baryum, çinko, kadmiyum, kalay, mangan, vanadyum ve antimondur (Balıkesir Üniversitesi). Aynı zamanda endüstri üretimlerinden kaynaklanan metal kirlenmeleri de Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6 Bazı endüstri kuruluşlarının oluşturduğu metalik kirlilikler
(Kahvecioğlu vd., 2004).

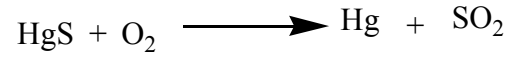
Endüstri	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kâğıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya Endüstrisi	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-Alkali üretim end.	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-Çelik sanayi	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji üretim santralleri	+	+	+	+	+	+	+	+

2.2.2.1. Civa (Hg):

Civa metal olarak eşsiz kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olduğundan birçok yerde kullanılır. Bunun sebebi şunlardır:

- -39-357°C arasında sıvı halde bulunan tek elementtir. Genleşme katsayısı bu aralıkta sıcaklıkla linear olarak değişir.
- Metaller içinde en kolay buharlaşan bir elementtir. Doğal dağılımla sürekli serbest hale geçtiği için tüm canlılarda iz olarak bulunur.

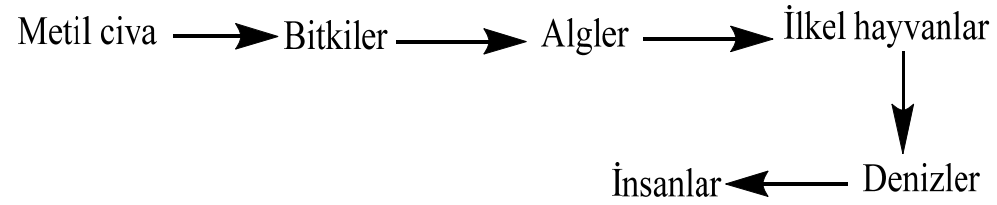
- Elektrik direnci çok düşüktür. Bu nedenle en iyi iletkenlik gösteren metallere birisidir.
- Birçok metali çözerek alaşım verir. Bu alaşımlara amalgam denir.
- Bazı bileşikler pestisit olarak kullanılır.



Metalik civa, anorganik civa ve organik civa bileşikleri en az 80 endüstri alanında 300'den fazla değişik şekilde kullanılmaktadır. Şöyleki: kloralkali ve kağıt endüstrisi, elektrik cihazları, boya endüstrisi, fungusit, amalgam yapımı, tıpta antiseptik, diüretik antisifilitik, floresan lambalarda, diş dolgu maddelerinde amalgam olarak vb.

Civanın toksik etkisi kimyasal bileşimine göre değişir. Genel olarak civa başlıca sinir sistemini ve böbrekleri etkiler. Metalik civa buharlarına akut maruziyet fatal olabilen korrozif bronşit ve pnömoniye neden olabilir. Santral sinir sistemi etkilenerek tremor, aşırı sinirlilik ve duyarlılık hali, unutkanlık gibi davranış bozuklukları gözlenen klinik belirtilerdir. Ayrıca civa tuzları 1 gr gibi küçük dozlarda dahi fatal olabilen toksik ve korrozif maddelerdir. Bu tuzların ağız yoluyla alınması; abdominal kramplara, kanlı diyare, gastrointestinal kanalda ülserasyon ve nekroza neden olur. Şok, dolaşım kollapsı ve ölümlerle sonuçlanabilir ve eğer iyileşme olmuşsa proksimal tubüllerde hasar nedeniyle renal hasar oluşabilir. Civa tuzlarına kronik maruziyet otoimmün hastalıklara da (Glomerüler nefrit) neden olabilir.

Çevrede civanın metilasyonu ve biyokonsantrasyonunda anorganik civa bileşikleri genellikle besin zincirinde birikmez. Civanın metilasyonu akarsu ve denizlerde bakteriyel sentezle oluşur (biyometilasyon) ve mikroorganizmalardan çevreye verilen metil civa hızla diffüzlenerak besin zincirine girer (biyokonsantrasyon). Civanın çevreye yayılım döngüsü Şekil 2.4'de verilmiştir (Konuk ve Liman).



Şekil 2.4. Civanın çevreye yayılım döngüsü

Cıva çeşitli yollardan çevreye yayılan bir metaldir. Örneğin üretimi esnasında cıvanın % 2 kadarı atmosfere karışır. Bundan başka öteki metallerin üretimi esnasında da atmosfere önemli miktarda cıvanın karıştığı bilinmekte, ancak miktarı hakkında bir rakam verilememektedir.

Kömür, linyit gibi fosil yakıtların yakılması esnasında da atmosfere önemli miktarda cıva yayılır. Cıva suda çözünmez. Fakat bunlar doğada çeşitli yollardan suda çözünür hale gelirler. Bu yollardan birisi cıvanın metillenmesidir. Cıva kirlenmesi kimyasal yollardan çok metalik yollardan olur ve cıva parçacıklar halinde çevreye yayılır. Teneffüs yoluyla havadan alınan cıva, gıdalarla alınandan çok daha tehlikelidir. Metalik cıva suda pratikçe çözünmediğinden, içme sularından cıva alınması ihtimali yok denecek kadar azdır. 1950'lili yıllara kadar cıva zehirlenmeleri üzerinde fazla durulmamıştır. Ancak Japonya'da Minamata koyunda yaşayan balıkçılarda ve ailelerinde görülen nörolojik hastalıklar ve felç vakalarının olması hatta kuşlarda ve kedilerde de benzer hastalığın görülmesi araştırmalara neden olmuş ve bu olayın sebebinin cıva zehirlenmesi olduğu kanaatini uyandırmıştır. Cıvanın kaynağının ise koydaki plastik fabrikasından denize boşaltılan metil cıvadan ileri geldiği tespit edilmiştir. İsveç'te de 1950–1960 yıllarında kuş popülasyonunda bir azalma olduğu ve bunun sebebinin cıvanın tohum koruyucu olarak kullanılan PMA'dan geldiği tespit edilmiştir. Yine İsveç'te sularda cıvaya rastlanmış ve bunun da kağıt fabrikalarında kullanılan organik cıva bileşiklerinden ileri geldiği tespit edilmiştir. Ancak inorganik cıva bileşiklerinin mikroorganizmalar tarafından organik cıva bileşiklerine dönüştüğünü bilmeyen Amerikan bilim adamları ise kendi ülkelerinde kullanılan cıva bileşiklerinin inorganik orjinli olduğunu düşünerek Japonya ve İsveç'ten gelen haberlere pek önem vermemişlerdir (Balıkesir Üniversitesi).

Tablo 2.7 Cıvanın canlılardan yayılması oranları (Balıkesir Üniversitesi).

Tür	Tek Doz	Biyolojik Yarılanma Ömrü
İnsan	Oral	70
Balık	Oral	640–780
Kümes hayvanları	Oral	25
Sıçan	Oral	16
Fare	Oral	8
Yılan	Oral	910–1030

Tablo 2.7’de görülen yarılanma ömürleri oral (ağızdan alınan) civametil bileşikleri içindir, ama enjeksiyonla verilen değerlerin yarılanma ömürlerinin de aynı olduğu gözetlenmiştir. Civa geri kazanım ve arıtım işlemleri Bölüm 7’de açıklanmıştır.

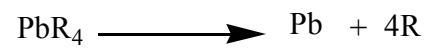
2.2.2.2. Kurşun:

Yerkabuğundaki konsantrasyon, gri renkli yumuşak bir metaldir. Başlıca filizi galen'dir ve genellikle bu filizden elde edilir. Zaman zaman kurşun zehirlenmelerine rastlanır bunların çoğunluğu içme sularının kurşunla kirlenmesinden kaynaklıdır. Bilimsel araştırmalar atmosferin kurşunla hızla kirlendiğini göstermektedir. Atmosferin kurşunla kirlenmesi başlıca iki şekilde olur.

- Gaz halinde
- Parçacıklar halinde

Gaz halindeki kurşun benzin içindeki kurşun tetraetilin veya kurşun tetrametilin yanması sonucu meydana gelir ve eksoz gazlarıyla dışarı atılır. Bunlardan başka benzine dikloroetilen ve dibromoetilen de katıldığından, kurşun eksoz gazları içinde genellikle halejenür bileşikleri halinde bulunur. Kurşun bileşiklerinden bazıları yüksek sıcaklıklarda ($PbClBr$), bazıları da düşük sıcaklıklarda ($PbCO_3$, $2PbO$) dayanıklılık gösterir. Kurşun zehirlenmesi söz konusu olduğu zaman akla gelen kurşun bileşikleri; kurşun oksitleri, karbonatları ve oksid-karbonatlarıdır. Havadaki kurşun kirliliğinin %98'i eksoz gazlarıyla atmosfere verilen kurşun bileşiklerinden ileri gelir. Parçacık halindeki kurşun bileşikleri çeşitli kaynaklardan gelebilir, Bunlar başlıca şöyledir; kömürlerin yakılması, fueloil yakılması, alkil kurşun sentezi fabrikaların, kurşun elde etme fırınları, pirinç imalathaneleri, kurşun oksit imalathaneleri (Balıkesir Üniversitesi).

Organik kurşun bileşikleri $140^\circ C$ 'de parçalanarak metalik kurşun ve alkil radikalleri verir.



Motordaki vuruntuyu önleyen faktörün serbest kurşun mu, yoksa radikaller mi olduğu üzerinde yıllardır çalışılmasına rağmen henüz anlaşılamamıştır. Sularda kurşun kirlenmesinde klinik olaylara neden olacak kadar kurşun bulunmaz. Sulardaki kurşun kirlenmeleri kurşun borulardan kaynaklıdır. Sertliği yüksek doğal sularda kurşun boruların kullanılması o kadar önemli değildi, çünkü kurşun oksijen yanında doğal

sularda bulunan karbonat ve sülfat iyonlarıyla reaksiyona girerek suda çözünmeyen kurşun karbonat ve kurşun sülfat verir. Toprak ve bitkilerde ise eser oranda bulunur. Topraktaki konsantrasyonu ortalama olarak 15 ppm dir. Genel olarak yeryüzündeki kurşun konsantrasyonu yeraltındaki kurşun konsantrasyonundan daha yüksektir. Bitkilerdeki doğal kurşun seviyesi 5 ppm'in altındadır. Yol kenarındaki bitkilerde görülen kurşun kirlenmesinin büyük bir kısmı yüzey kirlenmesi şeklindedir. Böyle kirlenmelerin büyük bir kısmı bitkinin iyi bir şekilde yıkanmasıyla giderilebilir ve kurşun düzeyi yola çok uzak yerlerden alınan bitkilerdeki kurşun düzeyine getirilebilir. Atmosferde hiç kurşun olmadığı kabul edilse bile insan yiyecek ve içeceklerden bir miktar kurşun alır. Klinik olarak kurşun zehirlenmesi teşhisi oldukça zordur. Buna rağmen yetişkin bir kimse kanının 100ml'sinden 80–120 mikrogram(μg) kurşun bulunması zehirlenmenin önemli bir işaretidir (Balıkesir Üniversitesi). Kurşun arıtımı ve geri kazanımı Bölüm 7'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.2.2.3 Kadmiyum (Cd):

Kadmiyum için modern toksik metal denilir. Kadmiyum doğada başta çinko olmak üzere çeşitli mineral filizlerinde bulunan ve endüstride yoğun kullanımı olan bir metaldir. Ciddi Cd kaynaklarından biri de sigaradır. Çevresel kirlenmelere başlı olarak deniz canlıları ve tahıllarda Cd birikimleri olur (Konuk ve Liman) Önemli kullanım alanları vardır. Endüstride; elektrolizle kaplama ve galvanizleme proseslerinde (antikorrozif), boya pigmenti ve plastik üretimi, nikel-kadmiyum pillerinde, seramik ve cam yapımında vb. alanlarda kullanılır.

Solunum yolu kanserleri, kronik bronşit, amfizem gelişimine neden olmaktadır. Gerek akut gerekse kronik maruziyetler de kadmiyum böbrek tübüllerinde metallothionein sentezini artırır ve Cd-MT kompleksi halini alarak birikir. Kadmiyum kalsiyum fosfat ve vitamin D metabolizmasını bozarak kemikler üzerine de olumsuz etkiler doğurmaktadır. Cd'ye maruz kişilerde osteoporoz veya osteomalasia gelişir. Kadmiyum geri kazanım ve arıtımı Bölüm 7'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.2.2.4. Krom (Cr):

Krom genellikle; kromla kaplama (Korozyona karsı), boya endüstrisi, deri ve tekstil endüstrisinde vb. alanlarda kullanılır. Krom, doğada Cr^2 - Cr^6 oksidasyon basamaklarında bulunur ancak Cr^3 ve Cr^6 formları biyolojik olarak önemlidirler. En

toksik olanı hegzavalan (kromat) formudur. Hekzavalan formu akciğerler gibi çeşitli doku tiplerinin hücre membranlarından kolayca geçebilir ve hücre içinde Cr^{3+} 'e indirgenir. Maruziyet başlıca deri ile temas sonucu ve krom içeren toz ve buharların inhalasyonu ile olmaktadır. Hekzavalan krom deri ve burun mukoz membranlarına şiddetli korroziftir (krom ülserleri ve burun delinmesi). Krom tozları faranjit ve bronşite de neden olur. Hekzavalan kromun akciğer kanserleri ile ilişkisi olduğu gösterilmiştir (Konuk ve Liman). Krom geri kazanımı ve arıtımı Bölüm 7'de verilmiştir.

2.2.2.5. Nikel:

Sertliği ve korozyona dayanıklılığı nedeniyle birçok metal alaşımının yapısına girer. Nikel çelik üretimi, elektrolizle kaplama, alkali pil, boya ve elektronik üretimi gibi daha pek çok alanda kullanılır. Bir adet sigara 1–3 g Ni içerir. Nikelin başlıca maruziyet, toz ve buharlarının solunması ile olur. Nikele maruziyetin oluşturabileceği başlıca sağlık riski solunum sistemi kanserleridir. Burun ve akciğer kanserleri en sık rastlanılanlarıdır. Nikele maruziyetin birdiğer önemli etkisi de alerjidir. Astım, ürtiker, eritem, kontakt dermatit oluşturabilir (Konuk ve Liman). Nikel geri kazanımı Bölüm 7'de açıklanmıştır.

2.2.2.6. Kobalt (Co):

Sert, parlak, gümüş renginde ve kırılğan yapıya sahip bir metaldir. Kobalt stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda önemli kullanım alanlarına sahiptir. En çok süper alaşım olarak jet motor turbinlerinde, malzemelere manyetiklik özelliği kazandırma, korozyondan korunma ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla alaşımlarda, yüksek hız çeliklerinde, takım çeliklerinde, elmas takımlarında ve kesici uçlarda alaşım elementi olarak da kullanılır. Bileşikleri ise petrol ve seramik endüstrisinde katalizör ve boyalarda pigment, mürekkep ve verniklerde kurutma maddesi olarak kullanılır. Ayrıca pil elektrotlarında, her tip manyetik malzemelerde ve kayıt cihazlarında kullanılmaktadır. Havada bulunan toz halindeki kobaltın solunması ve kobalt tuzlarına deri teması neticesinde kobalt zehirlenmesi gerçekleşir. Toz halinde alınan element kobalt akciğerlerde çözünerek kana ve idrara karışır. Suda çözünürlüğü olmayan kobaltoksit (Co_3O_4) solunum yolu ile alındığında vücut tarafından çok iyi emilmekte ve hücrelerde bir kaç günde çözünerek kana karışmaktadır. Suda çözünen kobalt bileşikleri ağız yolu ile alındığında % 75'i tekrar atılırken geriye kalan kobalt

kan, karaciğer, akciğer, böbrek, testisler ve bağırsaklarda toplanmaktadır (İstanbul Üniversitesi). Kobalt geri kazanımı ve arıtımı Bölüm 7’de verilmiştir.

2.2.2.7. Çinko (Zn):

Kompleks cevherlerden yapılan bakır bazlı alaşımların üretiminde ortaya çıkmasına rağmen, metalik çinkonun üretimi hakkında kesin bir bilgi mevcut değildir. Çinko demir konstrüksiyon malzemelerinkine kıyasla daha elektronegatif olduğundan çinko kaplamalar çelik yapılar için çok iyi korozyondan korunma sağlarlar ve bu özellik en önemli kullanım alanını oluşturur. Diğer taraftan düşük ergime sıcaklığına sahip olduğundan kompleks bileşenlerin basınçlı kalıp dökümünde ve pirinçte alaşım elementi olarak kullanılmaktadır (Habashi, 1997). Örneğin; çinko kromatın ($ZnCrO_4$) yüksek zehirleyici ve kanserojen özelliği Zn^{2+} yüzünden değil anyonik CrO_4^{2-} bileşeni sebebiyledir. Çinko beyazı veya çin beyazı olarak bilinen çinko oksit (ZnO), boya pigmenti olarak kullanılır (Habashi, 1997).

Çinko metali ve birçok bileşiği diğer ağır metallerle karşılaştırıldığında düşük zehirlilik etkisi gösterirler. Çinko tuzlarının toksikliği çinkodan daha fazla yapısında bulunduğu bileşiğin anyonik kısmının toksikliğine bağlıdır. Çinko ve çinko tuzlarından zehirlenme nadir görülmektedir. Besin kaplarından çinkonun çözünmesiyle kirlenen besinin tüketilmesi veya mesleki koşullar altında çinko ya da çinko oksit tozunun solunumuyla zehirlenme ortaya çıkabilmektedir. Akut zehirlenme semptomları sindirimde sıkıntı, ishal, mide bulantısı ve karın ağrısı şeklinde ortaya çıkar. Aşırı dozda elementel çinko alındığında, uyuşukluk, kas fonksiyonlarında düzensizlik ve yazmada zorluk çekme gibi semptomlar gözlenir. Çinko geri kazanımı ve arıtımı Bölüm 7’de verilmiştir (Habashi, 1997).

2.2.2.8. Arsenik (As):

Arsenik, yer kabuğunda geniş bir alana yayılmış metaloiddir. Trivalent ve pentavalent formlarda yiyecek ve yeraltı sularında mevcut olup en çok bilinen minerali arsenopirittir ($FeAsS$) (İstanbul Üniversitesi). Arsenikten kaynaklı kirlilik doğal veya endüstriyel yollarla olmaktadır. En büyük kitlesel çevre problemi geçtiğimiz yıllarda Bengaldeş’de yaşanmıştır. Fakir ve geniş bir yörede insanlar kıt bulunan içme suyunu kuyulardan sağlıyorlardı. Toprak ve kayaçlar arsenik ve çinko gibi zehirleyicilerden oluşmuştu. Suyun bu maddeleri bünyesine aldığı ve insan sağlığına zarar verdiği uzun

yıllar sonra anlaşılmasıdır. Maalesef, bu asrın başına kadar söz konusu suların 80 milyon kişi etkilenmiş ve en büyük kitlesel çevre problemi tarihe geçmiştir. Birleşmiş Milletlerin koordinasyonu ile bu bölge için gözetim ve yardım kampanyası başlatılmıştır. Kuyu sularının temizlenmesi için Kanada Alüminyum devi ALCAN şirketler grubu aktif yüzeyli özel alumina (Alüminyum oksit) filtre tozu geliştirmiş, kademeli şekilde suları arıtmış ve insanları zehirlenmekten büyük ölçüde korumuştur (Fortune, 2002). Yine gözlemsel olarak; bir toprağın yapısında kırmızımsı bir yapı varsa veya bir suyun dibinde kırmızımsı bir tortu birikiyorsa mutlaka arsenik taraması yapılması gereklidir. Çünkü bu kırmızılık demir oksit veya demir sülfür içeriyor anlamını taşır ve bunlarda arseniği bir mıknatıs gibi çeker. Ancak bu durum kırmızımsı tortu içermeyen bir suda arsenik yoktur anlamını da taşımaz.

Endüstride arseniğin en bilinen uygulamaları yarı iletken teknolojilerinde ve lazer üretimindedir. Arseniğin metalik formda kullanılmasının herhangi bir faydası olmadığı için bu tür çalışmalar genellikle yapılmamaktadır. Elementel arsenik suda çözünmezken inorganik arsenik tuzları, pH ve iyonik ortama bağlı olarak geniş aralıklı çözünürlükler gösterir. Madencilik, demir-dışı metallerin ergitilmesi ve fosil yakıtların yanması gibi büyük endüstriyel prosesler arseniğin hava, su ve toprağa yayılarak kirlenmesine sebep olmaktadır. Arsenik içeren tarımsal ilaçların kullanılması ve kereste muhafazasında arsenik kullanılması çevre kirliliğine neden olmaktadır. Kırsal bölgelerde havadaki ortalama toplam arsenik konsantrasyonu 0,02 ile 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişirken bu miktarlar kentsel bölgelerde 3–200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasındadır (İstanbul Üniversitesi).

Bir bölgede kanser vakası yaygın ise ilk bakılması gereken şey arsenik değerleridir. Özellikle arsenik suların yayılma göstermektedir. Türkiye de özellikle Ege Bölgesi arsenik riski taşımaktadır. Bergama da Kimya Mühendisleri Odası'nca yapılan su analizlerinde litrede 50 μg arsenik tespit edilmiştir. Ancak 5 μg üzerinde arsenik risk oluşturmaktadır. Özellikle kuyu yatakları yani artezyen sularında arsenik olma ihtimali çok fazladır (Tunceli olayı). Arsenik geri kazanımı ve arıtımı Bölüm 7'de verilmiştir.

2.2.2.9 Demir ve mangan

Genelde suların çözünmüş halde bulunan demir ve mangan sarımsı kahverengi bir bulanıklığa sebep olur. Demir ve mangan minerallerinin, belirli değerlerin üzerine çıkması durumunda ve özel proseslerde, su ile çalışan makinelerin, tesisatın vb.

sistemlerin zarar görmemesi için sulardan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu durum özellikle tekstil, deri, gıda, kâğıt ve plastik endüstrisinde istenmeyen sonuçlara sebep olur. İstenilen debilerde dizayn edilebilen demir-mangan filtreleri suda bulunması muhtemel demir ve mangani oksidasyon/filtrasyon metotları ile sudan uzaklaştırır. Demir ve mangan için geri kazanımı ve arıtımı Bölüm 7’de verilmiştir.

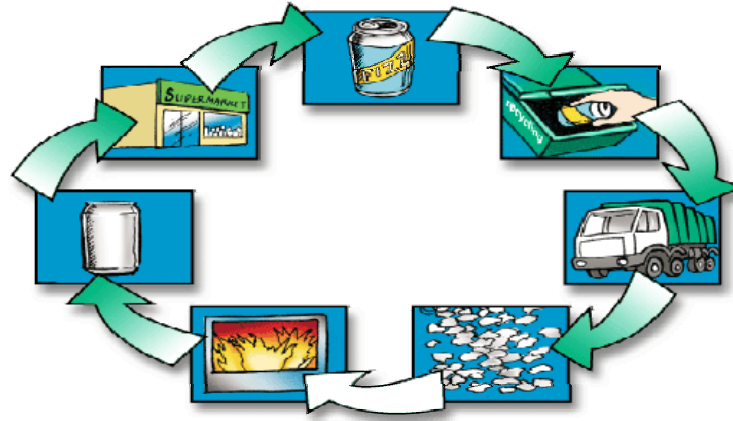
2.2.2.10. Alüminyum:

Günümüzde alüminyum üretimi iki temel yöntemle dayanır. Bunlar; birincil üretim yöntemi dediğimiz cevherlerden üretim yöntemi ve ikincil üretim yöntemi dediğimiz hurdalardan üretilmektedir (Çizmecioğlu, 2009)

İkincil alüminyum endüstrisinin hammaddeleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

1. Döner hurda: Sıvı alüminyumun ürüne dönüştürülmesi sırasında çıkan veya ürün kademesindeki hurdadır.
2. Tesis Hurdası: Yarı mamulleri kullanan tesislerde oluşan hurdadır.
3. Sermaye Hurdası (Eskime Hurda): Kullanım ömrünü doldurmuş alüminyum ihtiva eden makine, yapı elemanı, araç, gereç, vb.lerdir (Kabukçu, 1993)

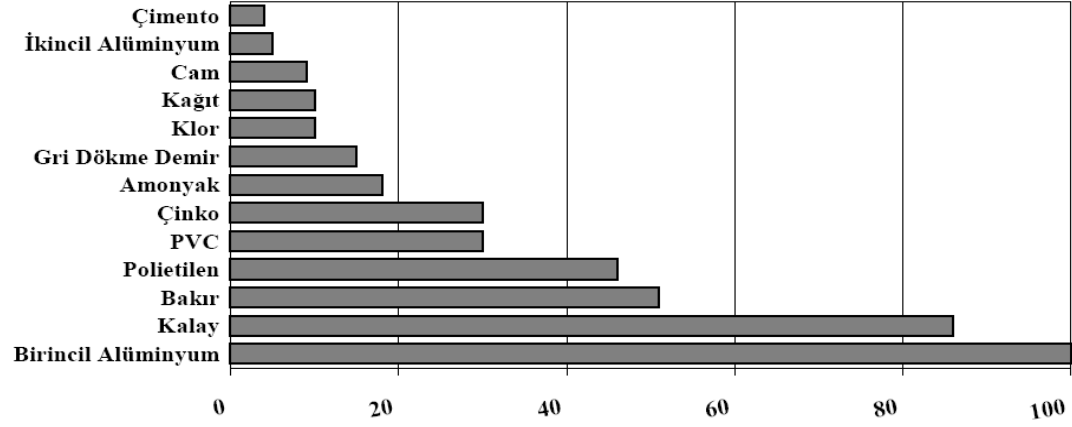
Alüminyumun geri dönüşümünün önemine değinecek olursak; alüminyum hurdaların geri kazanılması ciddi bir paya sahiptir. Çünkü birincil alüminyum için gereken enerjinin % 95 daha fazla enerji kazanımı sağlanmaktadır. Bununla birlikte; alüminyum hurdanın yeniden işlenmesinde, ergitilmesinde, alüminyumun özelliklerinde herhangi bir kayıp olamamakta, ergitme sırasında atomik yapısı değişmemektedir (Çizmecioğlu, 2009).



Şekil 2.5. Alüminyum geri dönüşüm döngüsü (Baфра Geridönüşüm).

Birincil alüminyum üretimi sanayide en yoğun enerji kullanan sektörlerden birisidir. 1 ton alüminyum üretmek için kullanılan enerji miktarı bakırın iki katı, çeliğin ise 5 katı kadardır (Tablo 2.8).

Tablo 2.8 Bazı malzemelerin enerji tüketim oranları (TMMOB).



Ayrıca geri dönüşüm ile çevresel olarak da kazanç sağlanmaktadır. Alüminyum hurdanın toplanması, ayrılması ve ergitilmesi birincil alüminyum üretimine göre daha düşük çevresel etkilere neden olur (Turbaloğlu, 2007).

Kullanılmış alüminyum yerine boksit gibi doğal kaynaklardan alüminyum üretmek oldukça pahalı ve aşırı enerji gerektiren sistemdir. Alüminyum kullanılmaya başlandığından beri geri kazanılma işlemi yapılmaktadır. Alüminyum dünyada en fazla kullanılan demir dışı metaldir. Dünyada en fazla kaynaktan ayrı toplanan ambalaj atıklarından biri ve en önemlisi alüminyumdur. Kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretildiğinde % 95 daha az enerji tüketilir ve işçilik ve yatırım maliyeti en aza düşer (Çizmecioğlu, 2009). Bir ton kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretilirse;

- 4-5 ton boksit madeni,
- 1 300 kg kırmızı çamur,
- 4 ton kimyasal madde,
- 14 000 kWh elektrik enerjisi kullanımı,
- 15 000 litre soğutma suyu,
- 860 litre proses suyu,
- 2 000 kg CO₂ ve 11 kg SO₂ emisyonu korunmuş olur.

İnsan sağlığını olumsuz etkilememek, hayvan ve bitkileri tehlikeye maruz bırakmamak, yüzeysel ve yer altı sularını kirletmemek, hava kalitesini bozmamak, gürültüye neden olmamak, doğal kaynakları, doğayı ve çevreyi korumak ve tehlikeli

atık oluşturmamak için ambalaj atıkları kaynakta ayrı toplanmalıdır. İklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonunu azaltmak için her türlü kullanılmış alüminyum geri kazanılmalıdır (Çizmecioğlu, 2009).

Geri kazanım prosesi, metalin basitçe tekrar ergitilmesi esasına dayanır, ki bu yöntem metalin cevherinden üretimine nazaran çok daha ekonomiktir. Alüminyum rafinasyonu çok yüksek miktarlarda elektrik enerjisi gerektirir, buna karşılık geri kazanım prosesi, üretiminde kullanılan enerjinin % 5'ini harcar. Geri kazanım prosesi 1900'lü yılların başlarından beri uygulanmakta olup yeni değildir.

Alüminyum hurdalar eritme öncesi gruplandırma, yağ giderme, boya giderme, kırma ve demir parçaların ayrıştırılması, biriktirme, ön ısıtma ve eritme aşamalardan geçer (Çizmecioğlu, 2009).

Gruplandırma da; hurdalar cinslerine göre gruplandırılır. Gruplandırma önemli noktalardan biri talaş, çapak, döküm parça, pres atığı gibi büyüklüklerine göre ayrılmasıdır (Çizmecioğlu, 2009).

Yağ giderme işlemi; genellikle alüminyum talaşlarına uygulanan bir işlemdir alüminyum talaşlar eritilmeden önce üzerlerindeki yağlar kademeli olarak yağ giderme ve kurutma makinelerinden geçerek ön ısıtmalı bir şekilde eritme ocağına beslenirler (Çizmecioğlu, 2009).

Boya giderme; alüminyum yiyecek ve içecek kutuları, karton üzerine ince alüminyum folyo kaplamalı ambalajlar, üzeri boyalı alüminyum artıkların yeniden değerlendirilmesinden önce kapalı bir fırında yakılarak alüminyum olmayan kısımların yok edilmesi gerekir. Bu yapılmazsa elde edilecek sıvı alüminyum içinde yabancı maddelerin zararlı etkileri görülür (Çizmecioğlu, 2009).

Kırma ve demirli parçaların ayrıştırılması; kullanım amaçlarına göre içinde demir saplama, burç, yatak gibi parçalar bulunan alüminyum döküm hurdalar eritilmeden önce demirli parçalardan ayrılmalıdır. Bunun için bu hurdalar bir kırıcı değirmende parçalanarak manyetik ayırıcılarla içindeki demir parçalardan ayrılırlar. İçinde çelik tel bulunan alüminyum iletken kablolar da bu grup içindedirler. Bunların hurdalarının değerlendirilebilmesi için iletken telin makaslı değirmenlerde küçük parçalara bölünerek parçalanması ve dağılması sağlanır. Bundan sonraki işlem manyetik ayırıcılarla çelik parçaların ayrılmasıdır. Bu işlemler sonunda alüminyum hurdalardan demir parçalar nedeniyle alaşımın demir oranı artışı %0,2 ye kadar düşürülebilmektedir (Çizmecioğlu, 2009)..

Biriktirme; işlem artıkları alüminyum parçalar (folyo, ince plaka, ince tel gibi) yağlı olmama, demirli malzeme ile karışmama koşulu ile hem hacim azaltılması hem de eritmede yanma kaybını önlemek için hidrolik preslerde sıkıştırılarak briket bloklar haline getirilirler. Alüminyum talaş, çapak ve folyoların briketlenmesi masraf arttırıcı bir işlem olmasına karşılık eritmede sağlayacağı verim nedeniyle büyük ekonomi sağlamaktadır (Çizmecioğlu, 2009).

Ön ısıtma; alüminyum hurdaların yeniden değerlendirilmesinde ön ısıtma önemli bir yer tutmaktadır. Ön ısıtma yoluyla hurdaların nemi giderildiği gibi eritme ocağında çalışma ortamını zorlaştıran duman oluşumu da en az düzeye indirilir (Çizmecioğlu, 2009).

Eritme metodları; hurdaların eritilmesi için fırın seçimi hurdaların tipine bağlıdır. Büyük hurdalar genellikle gaz veya fuel yanmalı reverber fırınlarında eritilirler. Reverber fırınların kapasiteleri 5 - 90 ton arasında değişmektedir. Reverber fırınlarında hurdaların eritilmesi genel olarak eritme dereceleri düşük flakslar kullanılır. Kullanılan flakslar genellikle sodyum klorür (NaCl_2), potasyum klorür (KCl) ve Kalsiyum klorür (CaCl_2)'dür. Kullanılan flakstan esas gaye metali oksidasyona karşı korumak, alüminyum oksidi ve diğer pislikleri gidermek ve mümkün olduğu kadar az metal ihtiva eden cüruf elde etmektir (Çizmecioğlu, 2009).

Kapasite olarak çeşitlilik gösteren döner fırınlar ise bugün tamamen hurda eritilmesinde kullanılmaktadır. Kapasiteleri 10–2000 kg arasında değişen alüminyum endüstrisinde kullanılan pota fırınları yapı ve konstrüksiyon olarak diğer metallerin eritilmesinde kullanılan pota fırınlarıyla aynı olup bir fark göstermezler (Çizmecioğlu, 2009).

2.3. Bir Maden İşletmesi Sahasında Oluşan Atıklar ve Bu Atıkların Bertarafının Araştırılması

Maden işletmesi işlendikten ve ömrü bittikten sonra kapatılırlar. Bu işletme kapatıldıktan sonra maden sahasında, atık barajlarında ya da işletme sahası içindeki geçici monodeponilerde maden zenginleştirme atıkları oluşmaktadır. Burada oluşan atıklar da taş, kaya parçası, çakıl, kaba kum, ince kum, mil ve kil fanksiyonlarında olabilmektedir. Sorun olabilecek olan ise su ile işleme tabi tutulduktan sonra ve alıcı ortam standartlarına uygun hale getirildikten sonra ortama verilmesi durumudur (Erdin vd., 1996).

2.3.1. Atık özellikleri ve katılaştırmaya engel durumlar:

2.3.1.1. İnorganik atıklar:

- Yüksek çözünebilir tuz içeriği /Çimento katılaşmasına mani
- Yüksek toksik anyon içeriği (örnek, borlar)/Katyonlardan daha kolay sızar
- Yüksek oranda çimentonun katılaşma özelliğini yavaşlatan (örnek, sülfatlar) madde içeriği/Son ürünün dayanımını etkiler
- İşlem sırasında önlenemeyen toksik koku oluşumu /Tesiste sağlık riski
- Metal karpitler gibi alkaliler veya su ile temas halinde toksikzehirli gaz oluşumu/Tesiste sağlık ve emniyet riski (Erdin vd.)

2.3.1.2. Organik atıklar:

- Yanabilir, patlayabilir materyaller/Tesiste emniyet tehlikesi
- Biyolojik olarak aktif bileşenler içeren maddeler (örneğin insektisit, Pestisit gibi) / Nihai üründen hemen sızabilir.
- Çimentonun katılaşmasını önleyen bileşenler (örneğin şeker)/Nihai ürünün dayanımını etkiler.

Bazı metaller (örneğin kobalt, nikel ve demir) oksidasyona karşı çok dirençlidirler. Bu nedenle bunların ya atık içinde bulunmasına veya oksidasyona mani olacak seviyelerin altında olmasına özellikle dikkat etmek gerekir. Bir Kural olarak organik bileşikler, eğer atık içinde % 1–2 den büyük konsantrasyonlarda ise çimento ile katılaştırma işlemine tabi tutulamazlar (Erdin vd., 1996).

BÖLÜM 3

AMBALAJ ATIKLARI VE AMBALAJ ATIKLARININ GERİ KAZANIM ÇALIŞMALARI



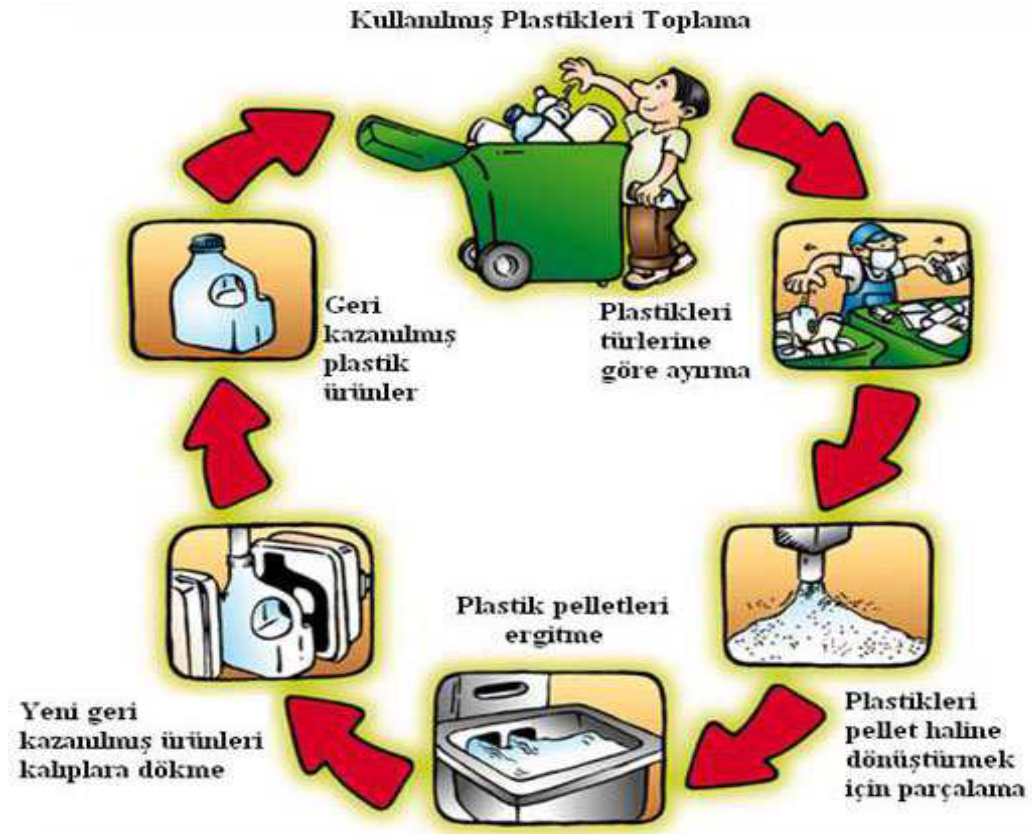
Şekil 3.1 Ambalaj atıkları (ilgazetesi.com).

Ambalaj atıkları olara; kağıtlar, kartonlar, konserve şişeleri, meyve suyu ve meşrubat kutuları, ped şişeleri, sakız, çikolata gibi şeylerin kaplama kağıtları, vs. atık türlerini ifade eder. Toplum olarak oluşmasına neden olduğumuz atıkların nelere mel olduğunu bilerek tüketim yaparsak daha az atık oluşmasına katkıda bulunmuş oluruz.

Mesela; 1 ton beyaz kağıt elde edebilmek için 17 adet yetişmiş çam ağacı kesilmektedir. İşte bu nedenle yapılan her tahribat havanın ve beraberinde suyun ve toprağın kirlenmesine neden olur. Sulardaki canlılara zarar verir hatta bu canlıların ölümlerine neden olur.

3.1. Plastikler

Plastiklerin kaynağı, ham petrol, gaz ve kömürdür. Plastiğin genelde ana kaynağı petrol rafinerisinden arta kalan maddelerdir. Plastikler, karbonun hidrojen, oksijen, azot ve diğer organik ve inorganik elementlerle oluşturduğu monomerler diye adlandırılan en küçük ve basit moleküllü gruplardaki çift bağın koparılarak polimerler diye adlandırılan uzun zincirli yapıya dönüştürülmesi ile elde edilen insan yapımı maddelerdir. Polimerler, belli bir sıcaklık ve basınç altında belli katalizörler kullanılarak bir reaktörde monomerleri reaksiyona sokularak elde edilir. Plasti atıklar geri dönüşüme tabi tutulurken plastik teşhis etme kodlarına göre ayrı toplanmalıdır.



Şekil 3.2 Plastiklerin geri dönüşüm döngüsü (enyeşilankara).

Bu anlamda genelde kullanılan yedi tür plastik teşhis etme kodu vardır. Bunlar:

- Polietilen tereftalat (PET veya PETE veya PE)
- Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE)
- Polivinilklorür (PVC)
- Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)
- Polipropilen (PP)
- Polistiren (PS)
- Genişletilmiş (veya köpükleştirilmiş) polistiren (EPS) ve diğeridir.

Bu plastik kodlamaları kolay teşhis edilebilmeli ve plastik malzemelerin görülebilen yerine bu kodlar baskılı olmalıdır. Geri kullanımda sıkıntı olacağı için K kodlanmayan plastiklerin satışları önlenmelidir (kimyaevi). Plastiklerin geri dönüşümün başlıca avantajları; hammadde ihtiyacının azalması, nüfus artışı ile beraber ortaya çıkan tüketimin doğal dengeyi bozmasının önlenmesi, atıkların çevreyi kirletmelerinin önlenmesi, plastiği sıfırdan üretmek yerine atık kullanımı ile enerji tasarrufunun sağlanmasıdır.

3.1.1 Plastiklerin Teşhis Etme kodlarına Göre incelenmesi

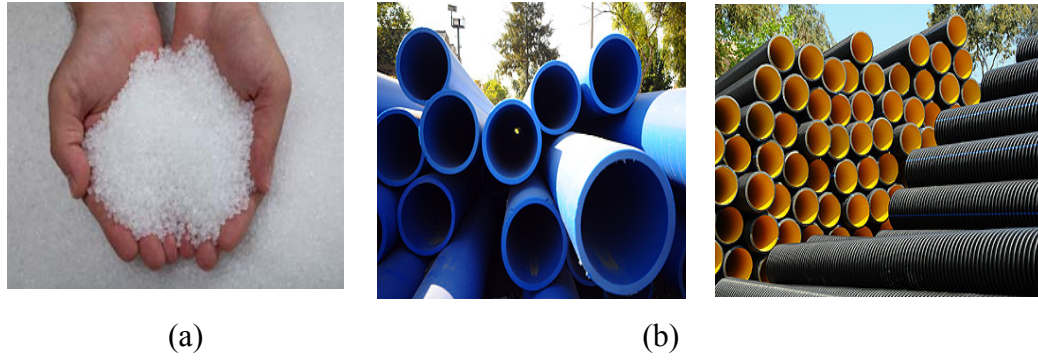
3.1.1.1. PET plastikler:



Şekil 3.3 PET ürün, (wikipedia.com).

PET'leri teşhis etme kodu 1 dir. Yoğunluğu 1,33–1,38 gr/ml, orta sertlikte, açık veya hafif renkli, yarısaydam, suda yüzebilir fakat köpük yapılamaz, 250°C gibi yüksek erime sıcaklığına sahip bir plastiktir. Bu plastiklerden; içme suyu, meyve suyu ve bitkisel yağ şişeleri, mikro dalga gıda tepsisi örtüsü, salata kapları yapılmaktadır. Son yıllarda PET'lerden levha yapım ve uygulamaları artmaktadır (kimyaevi).

3.1.1.2. HDPE plastikler:



(a)

(b)

Şekil 3.4 (a) HDPE) ham hali, (b)HDPE ürün (taskim plastik).

HDPE'leri teşhis etme kodu 2 dir. Yoğunluğu 0,94-0,96 gr/ml, doğal olarak süt rengi görünümde, maksimum kullanılabilir sıcaklığı 120°C, orta sertlikte, yarı saydam veya renklidirler. Bu malzemeler ile genellikle; süt kapları, su kapları, meyve suları paketleri, sıvı deterjanlar için ambalajlar, motor yağları bidonları, çamaşır suları şişeleri, şampuan ve losyon kapları vs malzeme HDPE den yapılmaktadır (kimyaevi).

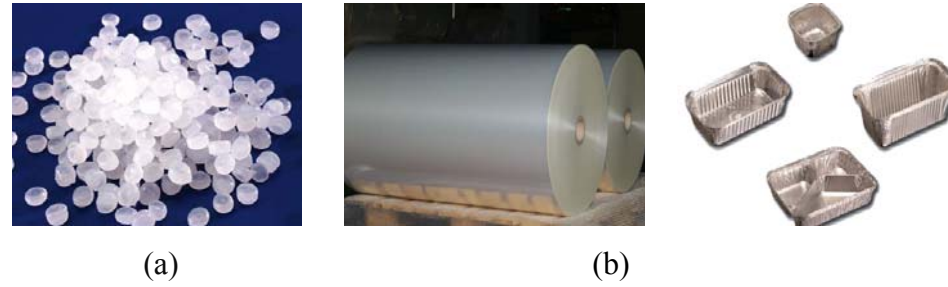
3.1.1.3. PVC plastikleri



Şekil 3.5 (a) PVC ham hali, (b) PVC ürün (Komut plastik).

PVC'leri teşhis etme kodu 3'tür. Yoğunluğu 1,32–1,42 gr/ml, maksimum kullanılabilir sıcaklığı 70°C, sert ve esnek olmak üzere iki tür PVC malzemesi bulunmaktadır. Parlak bir yüzeye ve kimyasal dirence sahip bir plastiktir. Bu malzemeler uzun süre kararlı kalabilirler. PVC'ler yanmaya dayanıklı ve iyi bir yalıtım özelliğine sahiptir. Bu özellikleri ile bitkisel yağ şişeleri ve şampuan şişeleri çamaşır suyu ve sıvı deterjan kapları sıvı motor yağı şişeleri, temizleme ürünleri, taze et kapları, ketçap ve mayonez türü şişeleri, borular ve pencere çerçevesi malzemeleri vs. malzemeler PVC'den yapılmaktadır. PVC yakıldığı zaman çok asidik özelliğe sahip olan hidrojen klorür gazı kirleticisi yanında kanser yapıcı dioksin ve furan gibi kirleticiler oluşur. Sert PVC, benzenli ortamda lastik halini, metil etil ketonlu ortamda ise çözünür. PVC'nin sağlık ve çevresel etkisi hakkındaki halkın endişesinden dolayı birçok gelişmiş ülkelerde gıda sektöründe kullanımı azaltılmakta veya kaldırılmaktadır. Ancak buna rağmen ülkemizde kullanımı konusunda henüz böyle bir sınırlama yapılmamıştır (kimyaevi).

3.1.1.4. LDPE plastikleri



Şekil 3.6 (a) LDPE ham hali, (b) LDPE ürün (tr.all.biz).

LDPE'leri teşhis etme kodu 4'tür. Yoğunluğu 0,91–0,93 gr/ml, maksimum kullanılabilir sıcaklığı 80°C, erime sıcaklığı 120°C, düşük yoğunluklu polietilen bir malzeme olup esnek ve buruşmaz özelliğe sahip bir plastiktir. LDPE plastikleri, pürüzsüz, esnek ve nispeten saydam olduğundan dolayı film hammaddesi olarak en çok bu tür plastik kullanılır. Ayrıca çuval, büzgü ve germe şalı, çöp torbası, ekmek ve sandviç torbası, bakkal torbaları, margarin tüpleri, hardal ve kahve kabında olduğu gibi esnek kapakların yapımında kullanılır (kimyaevi).

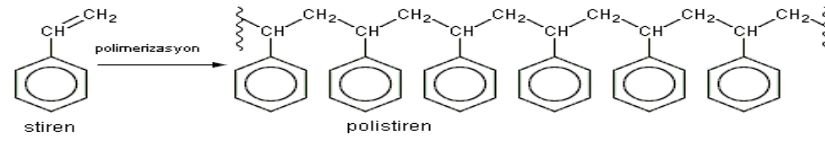
3.1.1.5. Polipropilen (PP) plastikler:



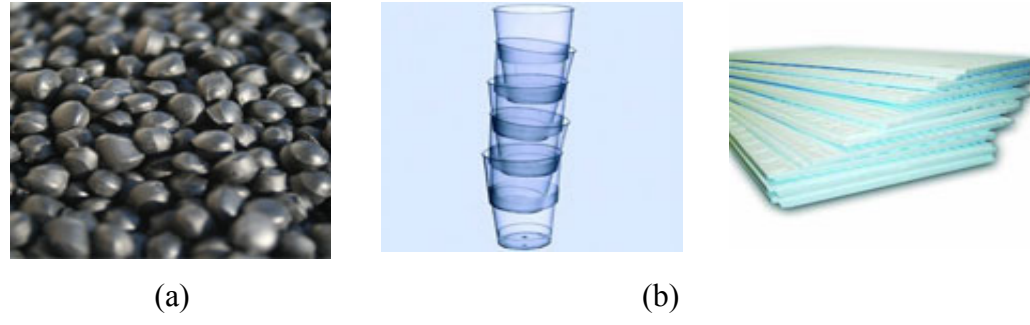
Şekil 3.7 PP ürün

PP leri teşhis etme kodu 5'tir. Yoğunluğu 0,90–0,92 gr/ml, maksimum kullanılabilir sıcaklığı 135°C, yarı saydam, suda yüzebilen fakat köpük olmayan, kimyasal maddelere ve ısıya dayanıklı, orta sertliğe ve parlaklığa sahip bir plastiktir. Margarin tüpleri, ketçap şişeleri, çubuk, başlıklar, yoğurt kapları ve bazı kaplar ve kapaklar polipropilen plastiklerden yapılmaktadır. Paketlemede kullanılan plastiklerin en düşük yoğunluklu olanıdır. PP yavaş yanar, yanan bir yakıt gibi kokar ve sıcak toluen de çözünür (kimyaevi).

3.1.1.6. Polistiren (PS) plastikler:



Şekil 3.8 PS yapısal gösterimi



Şekil 3.9 (a) PS ham hali, (b) PS ürün, (c) PS ürün (akman plastik).

PS'leri teşhis etme kodu 6'dır. Yoğunluğu 1,03–1,06 gr/ml, maksimum kullanılabilir sıcaklığı 70°C, rijit yapıda olup köpük olabilen, çok yönlü ve çok amaçlı kullanılan, oldukça sert, kırılğan ve parlak bir plastiktir. Nispeten düşük erime noktasına sahip çok pahalı olmayan bir reçinedir. Polistiren hızlı yanar, kuvvetli gaz kokusu yayar ve sonuçta da önemli miktarda kurum üretir. Asetonlu ortamda hızla kabarıp. Koruyucu paketlenme, yumurta kartonları, tepsileri, fast-food paketlenme kapları, su bardağı, kapaklar ve köpek kapları polistiren plastiklerden yapılmaktadır, Plastik şişeleri yoğunlukları ise Tablo 3.1'de verilmiştir (kimyaevi).

Tablo 3.1 Plastik şişelerin yoğunlukları (kimyaevi).

Plastik Şişeler	Yoğunluğu (kg/m ³)
HDPE (Doğal)	11,88
HDPE (Pigmentli)	24,94
PET (Soda)	19,00
PVC	19,00
PP	20,78
Tüm Diğerleri	20,78
Toplam	17,81

Plastiklerin yaklaşık olarak %36 mekanik olarak, %24 ise ya mekanik veya enerji geri kazanmak amacı ile geri kazanılmaktadır. Plastiklerin çoğunu geri kazanmak mümkündür. Fakat toplama, kaba temizleme, ayırma, yıkama ve tekrar işleme zorluğundan dolayı genelde mevcut durumda 3 tür plastik geri kazanılmaktadır (kimyaevi). Bunlar:

- Kimlik Kod no 1 olan PET
- Kimlik Kod no 2 olan HDPE
- Kimlik Kod no 3 olan PVC

3.2. Plastik Ambalajları Geri Kazanmanın Avantajları

Türkiye'deki katı atıklarda plastikler ağırlıkça % 5–9, hacimce ise % 15–20 oranında çöplerde bulunmaktadır. Plastikler çöpe atıldığı zaman çürümez, paslanmaz, çözünmez, biyolojik olarak bozulmaz ve doğada bozulmadan uzun yıllar kalır. Suyun ve toprağın kirlenmesine neden olur. Sulardaki canlılara zarar verir hatta ölümlerine neden olur (kimyaevi).

Plastikler tekrar kullanıldığında veya işlemek üzere geri kazanıldığında katı atık ve bacadan atılan kirlenici miktarı azalır ve enerji kaynaklarının korunması sağlanır. Kullanılmış plastikler geri kazanılıp tekrar üretime sokulduğunda yeni plastikler, yeni montlar, endüstriyel fiberler, iş şapkası, bakkal arabası sapları, okul ve işyeri parçaları, bahçe mobilyası köşe taşları, çöp toplama kutuları, oto yedek parçaları, tenis sapı, kovalar, halı malzemesi ve dren boruları gibi yeni plastik ürünleri elde etmek mümkündür. Ancak kullanılmış plastiklerden gıda, içecek ve meşrubat kalıntıları olarak kullanımı sakıncalıdır. Çünkü kullanılmış plastiklerin tam olarak temizlenmesi mümkün değildir (kimyaevi).

Plastik malzemeler oduna göre her türlü hava şartlarına ve korozyona karşı dayanıklı malzemelerdir. Bu nedenle plastik malzemelerin geri kazanılması yönünde kararlı çalışmalar yapılmalıdır. Aksi takdirde ortaya çıkan problemler geri dönüşümü önemli ölçüde engellemektedir. 5 adet içecek şişesinden bir plastik mont, 1050 adet plastik tepside 6 kişilik bir oturma grubu, 2,5 L'lik bir plastik şişeden 6 saatlik 60 W'lık elektrik enerjisini tasarrufu, 25 adet iki litrelik plastik içecek şişesinden bir plastik süveter, 35 adet 2,5 L. plastik şişe geri kazanılırsa bir uyku tulumu elde etmek mümkündür (kimyaevi). Plastik malzemelerin kalorifik değerleri de oldukça yüksek olup, bazı plastiklerin kalorifik değerleri Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2 Çeşitli atıkların ve plastiklerin kalorifik değerleri.

Plastikler	Kkal/kg	Plastikler	Kkal/kg
Polietilen (PET)	11060	Polipropilen (PP)	11030
Polistiren (PS)	9900	Gazete	4800
Lastik	9900	Deri	4000
Odun	3750	Ort, Çöp	2500
Yard Atığı	1700	Gıda Atığı	1450
Fuel-oil	11600	Linyit Kömürü	5330

Tablo 3.2 incelendiği zaman plastiklerin kalorifik değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülür. Ancak bu plastiklerden PVC önemli oranda klor içerdiği için yanma sonucu klor gazı serbest hale geçer. Serbest hale geçen plastik yanmamış organik gazlarla reaksiyona girerek baca gazında klorlu organik maddelerin oluşmasına neden olur. Oluşan klorlu gazlar çevre ve sağlık açısından olumsuz gazlardır. Türkiye’de geri kazanılan plastikler toplam talebin ancak % 10’unu karşılamaktadır. Toplumun konfor yapısı geliştikçe plastik tüketimi de artmaktadır (kimyaevi).

Plastik atıklar öncelikle cinslerine göre ayrılarak geri dönüşüm işlemine tabi tutulur. Cinslerine göre ayrılan geri dönüşebilir plastik atıklar, kırma makinalarında kırılıp küçük parçalara ayrılır. İşletmeler bu parçaları direkt olarak belli oranlarda, orijinal hammadde ile karıştırarak üretim işleminde kullanabildiği gibi; tekrar eritip katkı maddeleri katarak ikinci sınıf hammadde olarak da kullanabilir (kimyaevi).

3.3. Cam ve Camın Etkileri

Camın bileşimine giren üç grup madde vardır. Bunlar; cam haline gelebilen oksitler, eriticiler ve stabilizatörler denilen maddelerdir. Şişe, kavanoz, cam bardak, vazo ve diğer cam atıklar toplama kutularında veya atığın olduğu yerlerde ayrı toplanır ve bu atıklar renklerine göre ayrılarak geri dönüşüm tesislerine verilir. Burada atık ve katkı maddelerinden ayrılır. Cam maddeler kırılır ve hammadde karışımına karıştırılarak eritme ocaklarına dökülür. Kırılan cam, beton katkısı ve camasfalt olarak da kullanılmaktadır. Camasfalta % 30 civarında geri dönüşmüş cam katılmaktadır. Cam, sonsuz bir döngü içinde geri dönüştürülebilir ve yapısında bozulma olmaz (Bilkent Üniversitesi). Ancak pencere camı ve ampul yapısında bulundurduğu bazı özel katkı maddeleri nedeniyle geri dönüşümde kullanılmaz. Çünkü bu katkı maddeleri geri dönüşüm esnasında ortama kontamine seramik ve diğer kirlilikler verir.



(a)

(b)

Şekil 3.11 (a) ambalaj atığı toplama kutusu, (b) ambalaj atığı toplama poşeti (Selçuklu Belediyesi).



(a)

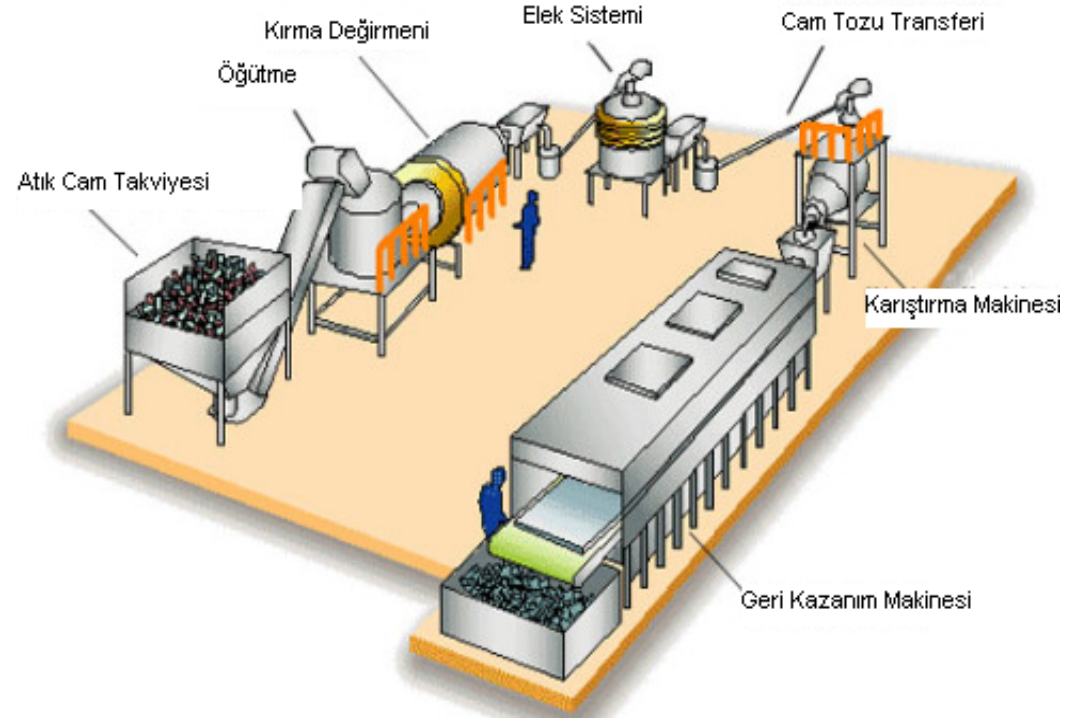
(b)

Şekil 3.12 (a), (b) Geri kazanım kumbaraları (Selçuklu Belediyesi).

Cam üretiminde kullanılan hammaddelerin çıkarılması doğal kaynakların tüketimine ve üretimi esnasında kullanılan enerji, su ve oluşan kirlilik çevreye zarar vermektedir. Bu nedenle camların toplanarak geri kazanılması depolama sahalarının ömrünü uzatır, doğal kaynakları korur ve bertaraf maliyetleride azalır. (belgeler.com).

Cam geri kazanımının tercih edilmesinin nedeni, eski camdan üretimin daha ekonomik olmasıdır. Cam endüstrisinin tahminine göre her 1 ton camın geri kazanımı 9 galon fueloile, 1,2 ton hammaddenin kazanılmasına, 693 gr CO₂ oluşumunu engellenmesine eşdeğerdir. Buda geri dönüştürülen % 1'lik camla, cam eritme ocağın da 2400 F gazın korunması demektir (belgeler.com). Ülkemizde çöp içindeki geri kazanılabilir madde oranı yaklaşık olarak % 12 dir. Cam şişelerin Türkiye genelindeki geri kazanım oranı ise % 36 dır. Cam geri kazanım çalışmaları ŞişeCam Grubu bayileri kanalıyla toplanmakta ve 6570 bin ton atık cam tekrar işlenerek geri kazanılmaktadır. Bursa'da ise çöp içindeki geri kazanılabilir madde oranı % 10 ve geri kazanılan materyal kompozisyonu içindeki cam oranı % 43 tür. Bursada şişecam atık camları

olarak yakıt olarak kullanılmaktadır (belgeler.com). Örnek bir atık cam geri kazanım işleyiş mekanizması Şekil 3.12’de verilmiştir.



Şekil 3.13 Camın geridönüşümü (kıırma-öğütme) işleyişi (Akbaş ve Eyaz)

3.2.2. Camın geri kazanım avantajları

Plastik ve kağıdın aksine camlar sınırsız olarak yeniden değerlendirilebilir. Teorik olarak cam kaplar kalite kaybı olmadan neredeyse % 100 oranında eski camdan imal edilebilir. Yeni cam üretiminde özellikle eritme prosesinde yüksek enerji tüketimi ve havaya verilen kirlilik ile büyük çevre kirliliği yaratılır. Bu ve diğer çevre kirlilikleri eski camların hammadde olarak kullanılması ile azaltılabilir (Yaylacı, 2010). Üretici firmaların verilerine göre yaklaşık olarak 1 ton geri dönüşüme alınmış cam atıklar ile % 20 hava kirliliği ve % 50 su kirliliği önlenmiş oluyor.

3.2.3. Geri kazanımda nelere dikkat etmek gerekir?

Toplanan cam atıkların kalitesi, yeniden değerlendirme olup olmayacağı ya da geri kazanımın ne kadar iyi olacağı konusunda etkindir. Bu nedenle toplama aşamasının da dikkatli ve hassas yapılması gereklidir.

Camın çeşidi önemlidir. Camlar, cam kaplar, düz cam ve sanayi camları (optik, ampül vb.) olarak sınıflandırılabilir. İyi kaliteli cam üretebilmek için aynı cinsten camlar eritilmelidir. Çünkü sadece bu tip camlar birbirine yakın kimyasal ve fiziksel

özellikler taşırlar. Karışık camların işlenebilirliği daha kötüdür ve kötü kaliteden dolayı daha kötü pazarlanırlar. Prensipte olarak, telli cam, düz cam, kurşun cam, kristal cam, ateşe dayanıklı cam, laboratuvar camları, flerosanlar, ampuller ve cam elyafı cam konteynerine konmamalıdır (Akbaş ve Eyaz).

Camın rengi; geri kazanım için en önemli faktördür. Kullanılmış camlardan beyaz ve kahverengi cam üretimi, yine bu tür renkteki camlar kullanılarak yapılabilir. Karışık cam atıklardan ise sadece yeşil cam yapılabilir. Her cam hazırlama tesisinin, kendine özgü şartları vardır. Bunlar çeşitlidir, fakat çoğu cam işletmesinde alüminyum kapak, seramik, lamine kaplanmış cam ve pencere camı gibi farklı özelliklere sahip camlara tolerans gösterilmez. Bazı tesislerde az derecede renk kirliliklerine tolerans gösterilir (Akbaş ve Eyaz). Bu oranlar genellikle aşağıdaki gibidir:

Beyaz cam: % 95–100 beyaz, % 0–5 kahverengi, % 0–1 yeşil ve % 0–5 diğer renkleri ihtiva eder.

Kahverengi cam: % 90–100 kahverengi, % 0–5 beyaz, % 0–10 yeşil ve % 0–5 diğer renkleri ihtiva eder.

Yeşil cam: % 80–100 yeşil, % 0–15 kahverengi, % 0–10 beyaz ve diğer renkleri ihtiva eder.

Eski camlar içindeki yabancı maddeler cam geri dönüşümünde ortamda bulunan seramik, taş ve porselen türü maddeler geri kazanım sürecini bozarlar. Tamamen erimezler ve ürünlerde estetiksel ya da yapısal hatalar oluşturarak kalitesiz cam üretimine neden olurlar. Aynı şekilde cam atıklar içinde; metal kapaklar, mantar ve plastikler de işlemi bozarlar. Bu maddeler daha baştan itibaren cam konteynerlerine atılmamalıdır. Yukarıdaki standartları sağlayan hurda camlar, diğer kalite kriterlerini de sağlamalıdır. 1 ton atık cam içindeki seramik, porselen ve taş içeriği 25 gramı, metal içeriği ise 5 gramı geçmemeli ve 1 mm den büyük ışık kırıcı madde, 10 cm, den büyük kağıt, plastik, tahta veya diğer organik kirleticiler bulunmamalıdır. Tesis işleticileri problemsiz işletim sağlayacak şekilde yukarıdaki standartlara göre kendi değerlerini belirlemelidir (Akbaş ve Eyaz).

3.2.4. Camların geri kazanım için ayrılması

Son yıllarda eski camların cam üretiminde kullanılması artmaktadır. Eritmeden önce, cam parçalarının işlenmesi yani metal, seramik, kağıt, plastik ve diğer zarar veren

maddelerin ayrılması gerekir (Akbaş ve Eyaz). Bunun için iki ayırma metodu kullanılabilir:

- Mekanik ayırma
- Lazer ışığıyla ayırma

3.2.4.1. Mekanik ayırma:

Cam atıkların diğer evsel atıklardan ayrılması için bazı mekanik metotlar geliştirilmiştir, En çok kullanılan iki metot: Yüzdürme-batırma (floatsink method) ve köpük flotasyonu (froth flotation method) metotlarıdır (Sakarya Üniversitesi).

Yüzdürme-batırma (floatsink) metodunda, içinde orta yoğunlukta bir sıvı bulunan tankta, hafif materyallerin üstte kalması ve ağır olanların ise batması esasına dayanır. Bu proses, farklı yoğunlukta sıvıların kullanımı ile adımlar halinde tamamlanır. Sonuçta, cam diğer atıklardan tamamen ayrıldığında geri kazanım prosesleri için hazır durumdadır (Akbaş ve Eyaz).

Köpük Flotasyonu (froth flotation) metodunda, köpük flotasyonu, yüzdürme-batırma metoduna göre daha verimlidir. % 95 ten daha fazla cam saflığı sağlar. Maliyet olarak daha fazladır. Bu metot, cam yüzeyine yapışan bir orta organik maddenin kullanımı ile katıları yüzey özelliklerine göre ayırma esasına dayanır. Bu metotlar iyi bir atık ayrımı sağlar. Fakat günümüzde cam geri kazanımında karşılaşılan en büyük problem, cam atıkların renklerine göre ayrılmasıdır. Bunun için lazer ışığı kullanılan ayırma metotları kullanılmaktadır (Akbaş ve Eyaz).

3.2.4.2. Lazer ışığıyla ayırma:

Hazırlama tesislerinde kullanılmış cam ürünler, tek renk ve diğer yabancı maddelerden ayrılmış cam granülü haline gelir. Önce yabancı maddeler elle ayrılır. Camlar 5–60 mm büyüklüğündeki parçalara kırılır. Daha sonra teneke kapaklar magnetik seperatörle ve alüminyum kapaklar ise girdaplı seperatörle ayrılır. Bu proseste, cam parçaların geçebileceği ve seramik, taş, porselen ve metal gibi diğer maddelerin kaldığı ve böylece materyallerin ayrılmasını sağlayan bir ışık bariyerden geçirilir. Parçaların daha aşağıdaki bir taşıyıcı banta düşmesiyle, basınçlı hava ile diğer yabancı maddeler dışarıya verilir. İkinci ışık bariyerinde, yeşil parçaları ve beyaz cam parçaları ayrılır. Buradaki ayırma kriteri, cam renklerine ait olan farklı ışık spektrumlarıdır. Renklerine göre ayrılan cam parçaları, eritilip şekillendirilerek yeni

cam ürünler elde edilir (Akbaş ve Eyaz). Böylece 1 ton camın geri kazanımıyla sağlanan tasarruf:

- Enerji tüketiminde azalma %25
- Hava Kirliliğinde azalma %20
- Maden atığında azalma %80
- Su kirliliğindeki azalma % 50
- Korunan doğal kaynaklar: kum, soda, kireç

3.2.5 Cam üretimi prosesi

Camlar genel anlamda erimiş haldeki amorf yapısını koruyarak katılaştıran inorganik cisimler olarak tanımlanır. Üretim sırasında camın nispeten hızlı soğutulması sonucu kristalli bir yapı yerine amorf bir yapı oluşur ve bu amorf yapı cama sağlamlık ve saydamlık özelliklerini kazandırır. Cam üretimi dört aşamadan oluşmaktadır; ana hammaddelerin hazırlanması, eritme, şekillendirme, soğutma ve tavlama. Camın türüne ve kullanıldığı yere göre bileşimi değişmekle birlikte, cam üretiminde kullanılan ana maddeler cama kazandırdıkları özellikler bakımından camlaştırıcı, ergitici, camlık özelliğini sabitleştirici ve ara (arıtıcı ve renklendirici) maddeler olmak üzere dört grupta toplanabilir (Yiğitler, 2013).

Ana bileşenler; SiO_2 , Na_2O_3 (sodyum III-oksit), MgO (magnezyum oksit), Al_2O_3 (alüminyum III-oksit), PbO (kurşun oksit), CaO (kalsiyum oksit), B_2O_3 (bor III-Oksit)

Katalizörler; trona (soda, Na_2CO_3), sodyum sülfat (Na_2SO_4), kurşun oksit (Pb_3O_4), Bor**

Erimeyi kolaylaştırıcı maddeler; Na_2O : Ucuz olduğu için sadece adi camlarda kullanılır. K_2O : Hem pahalı ve hemde daha fazla parlaklık vermek ve daha fazla ışığı kırması için kristallerde kullanılır (Yiğitler, 2013).

* Cama parlaklık vermek amacıyla kullanılmaktadır.

** Camın sıcaklığa dayanımını artırmak için kullanılır.

Sabitleştiriciler; CaO , MgO , BaO , PbO , Al_2O_3 kullanılır. Şekillendirilecek camlarda mekanik işlemleri kolaylaştıran magnezyum oksit (MgO), kristal camlarda camın yoğunluğunu ve ışığı kırma kabiliyetini arttırdığından baryum oksit (BaO) ve

kurşunlu oksitler (PbO , Pb_3O_4), basınca ve ısıya dayanıklı camlarda alüminyum oksit (Al_2O_3) kullanılır (Yiğitler, 2013).

Ara maddeler; renk, saydamlaştırma, arıtmayı kolaylaştırma, cama renk verme veya üretim esnasında ortama girmiş hava, gaz gibi kabarcık oluşumlarını engellemek için kullanılırlar. Bu maddeler: As_2O_4 , KNO_3 , $NaNO_3$, Na_2SO_4 , SnO , CF_2 (fluorin), Na_3AlF_6 (sodyumalüminafluat) gibi maddelerdir. Bazende Sb_2O_3 ve $(NH_4)_2SO_4$ kullanılır. Yeşil renk için Cr_2O_3 , sarı renk için FeS veya AgO , kırmızı renk için SeO , mavi renk için CuO , mor renk için de SiO kullanılır (Yiğitler, 2013).

3.2. Kağıt

Kağıt; kağıt çamurunun hazırlanması için, su içerisinde liflerine ayrılır. Eğer gerekirse içinde lif olmayan yabancı maddeler için temizleme işlemine tabi tutulur. Mürekkep ayırıcı olarak, sodyum hidroksit veya sodyum karbonat kullanılır. Daha sonra hazır olan kâğıt lifleri, geri dönüşmüş kâğıt üretiminde kullanılır.

Bir tok atık kağıt veya kartonun geri dönüşümü esnasında 16 adet yetişmiş çam ağacı ve 85 m²'lik alan tahrip edilmemiş olacaktır. Bu da Türkiye'de yılda 80 milyon çam ağacı ve 40.000 hektar ormanlık arazinin korunması demektir (Yıldırım Belediyesi, 2013). Ayrıca atık kâğıt sürekli olarak geri kazanılamaz. Çünkü her geri kazanımda, liflerin boyu kısılır ve liflerin yapışması için yardımcı maddeler ilave edilmeden yeni kâğıt üretilmez.

3.3. Piller, Bataryalar ve Özellikleri

Piller, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirip bünyesinde depolayan sistemler olarak tanımlanabilir. Bu dönüşüm tek yönlü ise pil **primer** yapıda yani tek kullanımlık veya halk arasında kullanılan tabirle şarjsız bir sistemdir. Dönüşüm her iki yönde olabiliyorsa, yani elektrik enerjisi tekrar kimyasal enerjiye çevrilebiliyorsa ve bu suretle uzun sürelerle enerji kullanımı sağlanabiliyorsa pil **sekonder** yapıda veya diğer bir tabirle şarj edilebilir özelliklere sahip bir sistemdir (TAP Derneği, 2004).

Çoğunlukla aynı kimyasal yapıya, ölçülere ve elektrik kapasitelerine sahip piller, tek tek bir araya getirilerek pil grupları oluşturulabilir ve bunlara batarya bloğu veya kısaca adlandırıldığı gibi batarya denilebilir. Bataryalar (aküler) elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depo eden, istenildiğinde bunu elektrik enerjisi olarak veren cihazlardır (TAP Derneği, 2004).

Çapları yüksekliklerinden büyük olan pillere düğme tipi pil denilmektedir ve bunlar genellikle şarj edilemezler. endüstriyel alanlarda ve yalnız profesyonel kullanımlar için üretilen endüstriyel akümülatörler de vardır. Bunlar haberleşme sistemleri, lokomotif/vagonlar, sabit güç kaynakları, hava taşıt araçları, elektrikli/hibrit nakil vasıtalarında kullanım yeri bulurlar (TAP Derneği).

3.3.1. Piller ve doğa

Cihazlar içerisinde bulunan pil ve bataryaların hizmet ömrü esnasında veya herhangi bir cihaza takılmadan muhafaza edilmeleri sırasında insan sağlığına hiçbir şekilde negatif etkisi bulunmamaktadır (TAP Derneği). Ancak patlamış, zarar görmüş veya delinmiş piller zararlı olup muhafaza edilmemelidirler.

Hizmet ömrünü tamamlamış veya herhangi bir şekilde hasar görerek kullanımı mümkün olmayan pillere ise atık piller denir. Atık pillerin çöpler vasıtasıyla toprağa karışması, denizlere, akarsulara ve kanalizasyonlara atılması veya yakılmaları durumunda içerdikleri kimyasal maddeler çevrenin kirlenmesine yol açabilmektedir. Ancak bahis konusu kirlenmenin tahmin edildiği gibi kısa sürede gerçekleşmesi mümkün değildir ve yapılan araştırmalarda bu sürecin 5-15 yıl kadar olduğu doğrulanmıştır. Diğer taraftan, tehlikeli atıklar bünyesinde bulunan atık piller oranının yalnızca % 0,2 civarında olduğu Avrupa daki birçok katı atık depolama sahasında yapılan testler sonucunda belirlenmiştir (TAP Derneği).

Çinko-karbon ve alkali-mangan pillerinin bünyesindeki zehirli cıva maddesi tedricen azaltılmış ve bugün % 0,0005 oranının çok altına indirilmiştir. Bu hesaba göre bir ton atık pil içerisinde azami 5 g cıva bulunabilecektir ve bahis konusu miktarın çevre kirlenmesine ve insan sağlığına hemen hemen hiçbir negatif etkisi yoktur. Diğer taraftan, tanınmış pil markalarının büyük bir kısmı sıfır cıvalı olarak üretim yapabilmektedirler. Bu nedenlerle pillerdeki cıva maddesi özellikle Avrupa'daki geri kazanımcılar için artık bir sorun olmaktan çıkmış ve bu yönde yeni teknolojilerin geliştirilmesi hemen hemen durdurulmuştur. Buna karşılık düğme piller % 2' ye kadar cıva içerebildiklerinden diğer pil atıklarından ayrıştırılması ve ilgili tesislerde geri kazanıma gönderilmesi gerekmektedir.

Atık nikel-kadmiyum pilleri bünyesindeki nikel ve kadmiyum maddeleri çok uzun sürelerden beri geri kazanılmaktadır. Nikel değerli bir metaldir ve pillerden geri kazanılan kadmiyum maddesi de tekrar pil üretiminde kullanılır. Bu nedenle ve atık

nikel-kadmiyum pilleri artı ekonomi yarattığından, bahis konusu atıklar % 90 ve üzerinde bir oranla toplanıp, geri kazanıma yollanabilmektedir. Dolayısıyla Ni-Cd pillerinden ötürü, kadmiyum maddesinin çevreye negatif etkiler yaratması fenomeni gittikçe etkisini kaybetmektedir. Ayrıca yukarıda da belirtildiği gibi, bu tür pillerin önümüzdeki 5–10 yıl içerisinde üretim ve pazarlanması çok büyük oranlarda kısıtlanacaktır.

Tablo 3.3 Pil çeşitleri.

Islak Hücreli Piller	Kurşun- asit piller (Aküler)
Kuru Piller	Alkali piller, çinko karbon piller, çinko hava piller, gümüş ve civa oksit piller, lityum piller.
Şarj Edilebilir Piller	Nikel-kadmiyum piller, nikel-metal hidrat (Ni-MH veya NiMH) piller, Lityum pilleri (Li-Ion).

3.3.2. Ülkemizde pillerle mücadele ve atık pillerin zararlı etkileri

Ülkemizde Avrupa Birliği Ülkelerindeki uygulamalara paralel olarak atık pil ve akümülatörlerin diğer atıklardan ayrı toplanması, taşınması, geri kazanılması veya bertaraf edilmesini sağlamak bakımından Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 31 Ağustos 2004 tarihinde "Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (APAK)" yayımlanmıştır. Bu Yönetmelik, 01.01.2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Kullanım ömrünü tamamlamış ve/veya uğramış olduğu fiziksel hasar sonucu kullanılamayacak duruma gelmiş olan piller, bataryalar kabul edilir.

APAK yönetmeliği doğrultusunda ciddi çalışmalar başlamıştır. Bu çalışmalarda öncelikle pillerin toplanması amaçlanmıştır. Pillerin çöplere atılmaması ve ayrı toplanması adına Bursa'da Osmangazi belediyesi çalışmalar yürütülmektedir. Çöpe atılan pillerdeki ağır metaller zamanla bozularak serbest hale geçer ve sızıntı suyu ile birlikte yeraltı sularının, toprağın ve yüzeysel suların kirlenmesine neden olur. Ancak kirlenen yeraltı sularını arıtmak çok pahalıdır. ABD'de katı atık depolama alanlarındaki cıvanın % 88 ve kadmiyumun ise % 54'ü ve Almanya'da evsel katı atık içindeki çinkonun % 10'u, nikelin % 67'si ve kadmiyumun ise % 85'i atık pillerden ileri gelmektedir. Türkiye'de ise atık pillerden kaynaklı kirlilik % 97 dir. Çünkü Türkiye'de toplanabilen atık piller sadece % 3 tür (Osmangazi Belediyesi)



Şekil 3.14 Atık pil toplama bidonu (Osmangazi Belediyesi).

3.3.3. Pil kullanımında yapılması gerekenler

Piller hiçbir şekilde ısıtılmamalı, ateşe atılmamalı ve devamlı güneş ışığı alan yerlerde tutulmamalıdır (Osmangazi Belediyesi).

- Piller sökülmemeli, delinmemeli ve ezilmemelidir.
- Piller küçük çocukların oynayabileceği şekilde ortalıkta bırakılmamalıdır,
- Pillerin artı ve eksi uçları herhangi bir metal iletkenle birleştirilip, kısa devreler yaratılmamalıdır.
- Şarj edilmeyen piller ve özellikle lityum türleri kesinlikle şarj işlemine tabi tutulmamalıdır. Aksi takdirde aşırı ısınma, şişme, gaz çıkışı, alevlenme ve hatta patlama görülebilir.
- Farklı gerilimlere sahip, farklı yapılarıdaki piller ve şarjlı/şarjsız piller aynı cihaz içersinde kullanılmamalıdır.
- Piller su, deniz suyu veya diğer oksitleme özelliğine sahip maddelerle temas ettirilmemelidir.
- Pillerin seri veya paralel bağlantıları uzman kişilerce yapılmalı ve lityum esaslı pillerde bu tür bağlantılardan kaçınılmalıdır. Nikel-kadmiyum / nikel-metalhidrit pilleri, özel koruma devreleri olmadan paralel bağlanılmamalıdır (Osmangazi Belediyesi).

Tüketicilerin pilleri civalı, kadmiyumlu vb. çeşitlerde ayırması mümkün olmadığından tüm atık piller, tehlikeli atık kapsamında değerlendirilmektedir. Belediyemiz sınırlarındaki tüm marketlere, hastanelere, okullara, kamu ve özel kurumlara, muhtarlıklara, eczanelere, telefon satış noktalarına, fotoğrafçılara bilgilendirme yapılarak pil kutusu, bidonu ve afişi bırakılarak toplama noktaları

oluşturulmuştur. Bu anlamda belediyemizin atık piller ile ilgili toplama kutuları örnekleri aşağıdadır (Osmangazi Belediyesi).



Şekil 3.15 Atık pil toplama kutusu etiketi (Osmangazi Belediyesi).

Bu noktalarda biriken atık piller düzenli aralıklarla belediyemiz çalışanları tarafından toplanmaktadır. Toplanan atık piller yine belediyemiz çalışanları tarafından TAP derneğine teslim edilmektedir.



Şekil 3.16. Görevlilerce atık pillerin toplanması çalışması (Osmangazi belediyesi).



Şekil 3.17 Hareketli bant sistemi ile ayıklama işlemi (Osmangazi Belediyesi).

Şarj edilebilen piller, ihracat izni almış firmalar vasıtasıyla geri kazanım için yurtdışına gönderilir. Diğer atık piller ise şimdilik toprak altına inşa edilmiş, geçirimsizlik koşulları sağlanmış, nemden arındırılmış ve meteorolojik şartlardan korunmuş, kapalı, sızdırmaz ve su geçirmez özellikli depolama alanlarına gömülmektedir (Şekil 3.20). Türkiye’de atık pil ve akülere yönelik geri kazanım prosedürleri uygulanmamaktadır. Şimdilik sadece toplama ve depolama işlemleri çalışmaları yapılmaktadır (Osmangazi Belediyesi)..



Şekil 3.18 Primer atık pillerin toplandığı sahalar (Osmangazi Belediyesi).

İleride toplama miktarları yüksek miktarlara ulaştığında primer (şarj edilemeyen) pillerinde geri kazanımı mümkün olabilecektir. Yani toplama tamamlandıktan sonra primer piller geri dönüşüm işlemine tabi tutulacaktır (Osmangazi Belediyesi).

3.4. Atık Yağlar

3.4.1. Endüstriyel atık yağlar

Endüstriyel kullanılmış yağ, ham yağdan rafine edilen herhangi bir yağın veya herhangi sentetik yağın sanayide veya sanayi dışı alanlarda özellikle yağlama amacı ile belli bir süre kullanım sonucu kimyasal ve fiziksel safsızlıklarca kirletilmesi sonucu oluşan veya orijinal özelliğini kaybeden yağlardır. Bu yağlar; sentetik yağlar, motor yağı, transmisyon yağları, buzdolabı yağı, kompresör, hidrolik, türbin ve madeni makine yağları, metal işleme yağları, haddeden geçirme yağları, endüstriyel hidrolik yağları, bakır ve alüminyum teli çekme yağları, elektriksel yalıtım yağı, endüstriyel işletme yağları, yüzme olarak kullanılan yağları ifade eder (Öztürk, 2007).

Endüstriyel atık yağlar PCB analizleri sınır değerleri baz alınarak çeşitli şekillerde sınıflandırılırlar. Bunlar:

- Birinci kategori atık yağlar
- İkinci kategori atık yağlar
- Üçüncü kategori atık yağlar

3.4.2.Bitkisel atık yağlar

Yağlarda kızartma esnasında, yağ ile kızartılan gıda arasında aynı anda gerçekleşen ısı ve kütle iletimleri neticesinde hem gıda hem de yağda önemli fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelir. Kızartma yönteminin gıdaların pişirilmesi için ucuz, hızlı ve verimli bir yöntem olması ve gıda yüzeyinde sterilizasyon sağlaması gibi üstünlüklerinin yanı sıra, besleyici değeri açısından da kızartılmış gıdaların diğer yöntemlerle pişirilmiş gıdalara göre bazı üstünlükleri vardır. Ancak kızartılmış gıdalar ile birlikte tüketilen kızartma yağlarının insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratmaması için kızartma yağlarının kullanım süresinin, toplam polar madde içeriklerinin çok dikkatli bir şekilde izlenmesi gerekmektedir. Çünkü bitkisel atıkyağlar yakıldıktan sonra etoksik özellik taşır. Bu nedenle kızartma koşullarına göre farklı derecede ve farklı mekanizmalar üzerinden gerçekleşen reaksiyonlar sonunda kızartma yağında yüzlerce farklı yapıda, ancak hepsi polar karakterli bozunma ürünleri oluşmaktadır. Örneğin gıdanın içerdiği suyun neden olduğu yağ hidrolizi sonunda mono ve digliseridler, serbest yağ asitleri oluştururken, havanın ve gıdanın içerdiği oksijen, doymamış yağ asitlerinden, önce hidroperoksitlerin oluşmasına ve bu ara ürünlerinde derhal bozunarak çeşitli ikincil oksidasyon ürünleri ile bunların polimerizasyon ürünlerinin oluşmasına neden olur. Polar madde oranı % 25'i geçtiğinde kanserojen etki başlar, % 75'lik biyodizel yapımına uygun trigliserit miktarı azalır. Kızartmalık yağların zamanında gıda zincirinden çekilmesi ile hem insan sağlığına hem de biyodizel yapmaya uygun hammadde kaynağına sahip olmamızı sağlar (Öztürk, 2004).



Şekil 3.19 İşlenmiş ve işlenmemiş yağlar (Osmangazi Belediyesi).

Tablo 3.4. Atık yağlarda PCB analizi (ÇOB).

Kirleticiler	Müsaade Edilen Sınır Değerler (I. Kategori Atık Yağlar)	Müsaade Edilen Sınır Değer (II. Kategori Atık Yağlar)	Müsaade Edilen Sınır Değer (III. Kategori Atık Yağlar)
Arsenik	5 ppm	Max. 5 ppm	5 ppm
Kadmiyum	2 ppm	Max. 2 ppm	2 ppm
Krom	10 ppm	Max. 10 ppm	10 ppm
Klorürü	Max. 200 ppm	Max. 2000 ppm	2000 ppm
Kurşun	100 ppm	Max. 100 ppm	100 ppm
Toplam Halojenler	Max. 200 ppm	Max. 2000 ppm	2000 ppm
Poliklorlubifeniller (PCB)	Max. 10 ppm	Max. 50 ppm	50 ppm
Parlama Noktası	Min. 38 C	Min. 38 C	

3.8.2. Atık yağların çevreye zararları

Bilindiği gibi 1 L atık yağ 1 milyon litre içme suyunu kirletebilmektedir. Kullanılmış bitkisel atık yağlar evsel atık su kirliliğinin % 25'ini oluşturmaktadır. Atık yağlar ekotoksik özelliğe sahip olup bulunduğu ortamı kirletir ve ortamda yaşayan canlılara zarar verir. Atık su kirliliğinin % 25 oranında kaynağını, kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağlar oluşturmaktadır. Arıtılmayan atık suların içindeki bitkisel ve hayvansal atık yağlar; denizlere, göllere ve akarsulara döküldüğü zaman o suyun kirlenmesi ve sudaki oksijenin azalması sonucu; ortamdaki, başta balıklar olmak üzere diğer canlılar üzerinde büyük tahribata yol açar. Yine atık yağların küçük fırınlarda yakılması, içindeki ağır metal ve klor bileşimleri atık hava ile birlikte atmosfere

salınarak havayı kirletir ve insan sağlığına zarar verir. Bu nedenle bu işlem yasaklanmıştır (Öztürk, 2004).



Şekil 3.20 Atık yağların giderler üzerindeki etkisi (Osmangazi Belediyesi).

Kullanılmış yağlar lavaboya döküldüğü zaman dren sistemine sıvanır. Kanalizasyon borusu içindeki atıkların yapışmasına ve zamanla borunun daralmasına neden olur. Kanalizasyona dökülen atık yağlar diğer atıkları tutar ve kanalizasyon sisteminin kullanılmaz hale gelmesine sebep olur. Böylece atık su arıtma tesislerine zarar verir ve işletme maliyetini artırır. ABD’de yapılan bir araştırmaya göre lavaboya dökülen atık yağların kanalizasyon sistemlerinin % 40 oranında tıkanmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Yağ ve gresler, anaerobik parçalanmaya karşı dirençlidirler. Çamur içerisinde bulduklarında, çürütücülerde aşırı köpüklenme olmasına neden olabilir, filtrenin gözeneklerini tıkayabilir ve çamurun arazide gübre olarak kullanılmasını bozabilirler. Evsel ve endüstriyel atıksuların ve çamurların yağ ve gres içeriği, bu tip maddelerin toplanmasında ve arıtılmasında oldukça önemlidir. Yağ ve gres sudaki çözünürlüğünün az oluşu nedeniyle sıvı fazdan ayrılma eğilimi gösterir ve üst faz oluşturur. Yağ ve gres, suda ayrışmaları oldukça yavaş olup, buldukları ortamlardan kolayca gitmezler. Bu nedenle birçok sucül ortamlarda problemler doğururlar. Yağ ve gres ön çökeltim havuzunda köpük halinde ayrılırlar. Bu nedenle yüksek yağ ve gres içeriği taşıyan endüstrilerde köpük problemi oldukça önemli olmakla birlikte çamurun vakum filtrasyonu da oldukça güç olur. Membran ile bir arıtım yapacağımız zaman özellikle yağ ve gresi gidermemiz gerekir, Aksi takdirde yağ ve gres membranın tıkanmasına neden olabilir. Evsel atık sular genel olarak biyolojik olarak arıtılırlar. Evsel atık su içinde bulunan yağları biyolojik olarak arıtmak zordur. Çünkü biyolojik arıtmada faaliyet gösteren bakteriler yağ ve gresle kaplanarak aktiviteleri engellenir. Bu nedenle atık yağlar atık suyun KOI ve BOI’inde ciddi artışlara neden olur (Öztürk, 2004).

Atıksu arıtma tesislerinde problem oluşturan yağ ve gresin tamamı ön çökeltim havuzlarında uzaklaştırılmaz. Suyun içerisinde çok ince emülsiyon halinde önemli miktarda yağ ve gres kalır. Aktif çamur tesislerinde gres çoğunlukla gres kürecikleri içine birikir ve bunlar yüzerek, son çökeltim havuzlarında hoş olmayan bir görüntü arz eder. Damlatmalı filtre ve aktif çamur proseslerinin her ikisi de sıvıdan biyolojik kütledeki hücrelere oksijen transferini engelleyen fazla miktardaki gresten önemli ölçüde etkilenir. Ayrıca biyolojik arıtmada aktif çamur prosesi 30 mg/L'den fazla yağ içeriyorsa çamur inhibe olur ve aktivitesi engellenir (Öztürk, 2004)

3.4.4. Atık yağlardan biyodizele

Çevre ve Orman Bakanlığı'nın konuyla ilgili yönetmelikleri sonrası, yeni bir süreç başlatılmış ve kızartmalık bitkisel atık yağların yem sanayinde ve kozmetik sanayinde hammadde olarak kullanımı Tarım ve Sağlık Bakanlıkları'nca yasaklanmıştır. Yaklaşık son iki yıllık dönemde; Çevre ve Orman Bakanlığımızın yoğun çabalarıyla bitkisel kızartma yağların toplanması konusunda ciddi mesafeler alındıysada ve değerlendirilmesi konusunda bir tartışma ve bilinmemelik olduğu görülmektedir. Çevre ve Orman Bakanlığımızın verilerine göre toplanması gereken 350 bin ton yağın lisanslı toplayıcılarla %1'i bile toplanamamaktadır. Eğer bu kadar az yağ toplanabiliyorsa "geri kalan yağı kimler topluyor ve bu yağlar ne yapılıyor?" sorusuyla karşılaşılıyor. Geriye kalan bu atık yağlar toplanmıyorsa o zaman ciddi bir çevre sorunuyla karşı karşıya olduğumuz sorusuyla yüz yüze geliyoruz. (ALBİYOBİR)

Ülkemiz açısından son derece önemli gördüğümüz ve yönetmelikle tehlikeli atık kabul edilen bitkisel atık yağların çevresel bir problemden çevresel bir avantaja çevrilmesi bugüne kadar istenildiği biçimde yapılamamış ve maalesef atık bitkisel yağların çok sembolik bir kısmı toplanabilmiştir. Bu süreç içerisinde toplanan yağların biyodizele çevrilmemiş olması kamuoyunda soru işaretlerin de doğmasına ve basında da çeşitli tartışmalara neden olmuştur. Atık üreticilerinden toplanan bitkisel atık yağlarla ilgili problemlerin aşılmamış ve yeterli seviyede toplanamamış olmasına rağmen 01.01.2008'den itibaren evsel atıkların toplanacak olması çok ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Atık yağlar ile ilgili olarak ALBİYOBİR kurulmuş ve Türkiye geneli olarak çalışmalar yürütmek amacı gütmektedir. ALBİYOBİR Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği olarak Türkiye geneline dağılım gösteren 67 tane Biyodizel üreticisi üyesi bulunmaktadır. Bu firmalar ülke sathına yayılmış sektörün büyük

işletmelerinden oluşmaktadır. Birlik biyodizel üreticileri dışında yeni gelişmeye başlayan biyogaz üreticilerini de bünyesine almıştır. Bu açılım atık bitkisel yağların gelişmiş ülkelerde biyodizel dışında biyogaz sanayinde kullanılması nedeniyle son derece önemlidir. Zira polar madde oranı yüksek biyodizel için hammadde niteliği kalmayan atık bitkisel yağlar ve bunların tortuları biyogaz için çok önemli bir hammaddedir. Bunlara ek olarak ALBİYOBİR ayrıca dünyada ilk kez, kullanım süresi geçmiş mayonezden standart biyodizel üretimi Gebze İleri teknoloji Enstitüsü (GYTE) ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Bu konuda Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan 21.02.2008 tarih ve 10973 Sayılı yazısı ile kullanım süresi geçmiş mayonezlerin toplanma izni alınmıştır.

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 19.04.2005 tarih ve 25791 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Atık bitkisel yağlar ekotoksik özelliklerinden dolayı çevreyle uyumlu olarak yönetilmesi gereken atıklar arasında yer almaktadır. Kanalizasyona dökülmesi, tekrar gıdaya, yem sanayine geri dönmesi, kozmetikte kullanılması, parayla alınıp satılması ve bu alanda lisanssız faaliyette bulunulması yasaktır. Ayrı kaplarda toplanarak, biyodizel üretiminde kullanılmak üzere lisanslı toplayıcılara ücretsiz, ulusal atık taşıma formuyla verilmeli, bu yolla hem sağlığımız hem de çevremiz korumaya alınır. Kızartmalık yağların canlılar üzerindeki zararlı ve kanserojen etkileri dolayısıyla yem ve sabun sanayinde kullanılması ilgili kurumların da işbirliği ile yasaklanmıştır.

Osmangazi Belediyesi sınırları dahilinde pilot bölge olarak seçtiğimiz; Akpınar, Yunuseli ve Kükürtlü mahallelerinde atık yağların lavabolara dökülmemesi konusunda gerekli bilinçlendirme çalışmaları yapılmış. Belediyemiz tarafından temin edilen 10.000 adet 4 L'lik atık toplama kavanozu ve 95 adet 50 L'lik atık yağ toplama kavanozları pilot bölgelerin beraberinde yemekhanesi olan okullara ve belediyemiz personeline dağıtımı yapılmıştır. Atık yağlar rafinasyon ve rejenerasyon yolu ile geri dönüşümü yapılmaktadır.



Şekil 3.21 Damıtma yağ tank sistemi (Osmangazi Belediyesi).

3.4.5. Atık yağların geri kazanılması

3.4.5.1. Rejenerasyon:

Bu işlem ile atık yağlardan her türlü kirletici, oksidan ürünleri, partiküller giderilerek ulusal veya uluslar arası standart ve şartnameler ile kullanım amacına uygun orijinal yağ elde edilir.

3.4.5.2. Rafinasyon:

Bu işlemde ise destilasyon veya asit-kil rafinasyonu ile atık yağ geri kazanılır. Destilasyon işlemi, çöktürme, ısıtma, vakum, filtrasyon ve santrifüj aşamalarını içerir. Bu yöntemlerden **asit / kil yönteminde**; endüstride (özellikle organik kimya sanayinde) yaygın olarak karsımıza çıkar. Bu yöntem iki asamadan oluşmaktadır, Öncelikle atık yağ sülfürik asitle (H₂SO₄) muamele edilerek sıvı içerisinde bulunan askıdaki parçacıkların kısa bir dinlendirme yöntemi ile çökmesi sağlanır. İkinci asamada ise üretilen yarı-mamul konumdaki ürün kilden oluşmuş filtreden geçirilerek kullanıma hazır hale getirilir (Kosal, 1991). **Mısır/Kahire rafinasyon yönteminde ise**; dört aşamada gerçekleştirilen ısıtma-soğutma, karıştırma-dinlendirme ve tekrar ısıtma-dinlendirme ve son olarak presleme-kireçleme esasına dayanan Mısır ülkesinde kullanılan endüstriyel atık yağlar için uygulanan bir arıtma yöntemidir. Kapsamlı olarak bu yöntem hakkında ayrıntıyı aşağıdaki internet adresinden inceleyebilirsiniz.

<http://www.belgeler.com/blg/1700/madeni-atik-yaglarin-fraksiyonlarına-ayrılarak-bertarafı-ve-yeni-urunlerin-geri-kazanımı-treatment-of-some-mineral-oil-waste-sample-by-the-fraction-separation-and-recycling-new-material>

Atık yağlar geri kazanılmak istenmekte çünkü; yeni yağ üretmek için çok fazla enerji kullanılmaktadır. Atık yağdan elde edilen yağ, ham petrolden elde edilene göre % 50-% 85 arasında az enerji harcar.

9 L kullanılmış yağ geri kazanılır ve enerji üretiminde kullanılırsa;

- Bir evin 6 günlük tüm elektrik ihtiyacını karşılayabilirsiniz.
- Elektrikli bir fırında 48 defa yemek pişirebilirsiniz.
- Saç kurutma makinası ile saçınızı 216 defa kurutabilirsiniz.
- Elektrik süpürgesi ile evinizi 15 ay temizleyebilirsiniz.
- 180 saat televizyon seyredebilirsiniz.
- 192 L ham petrolden sadece 3 L motor yağı üretilirken; 4,8 L atık motor yağından 3 L üretilmektedir.

3.4.6. Atık yağ analizi

Firmalar “Atık Yağ” olarak tabir edebileceğimiz atık çıkışlarını çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirmelidirler. Bu çerçevede sanayi kuruluşları ve diğer tüm atık yağ üreticisi konumundaki muhataplar ÇOB'nın yürürlükte olan 30.07.2008 tarih 26952 no'lu Resmi Gazetede yayınlanmış "Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği"ne göre işlem görürler. Atık yağdan numune alınması ise TS 9001 EN ISO 3170 standartlarına uygun olarak bakanlık tarafından yetkilendirilen kişilerce alınır ve yine analizlerde bakanlıkça yetkilendirilen laboratuarlarda yapılır.

3.9. Bazı Atık Maddelerin Doğada Yaşama Ömürleri

Malzemenin yapısına ve kimyasal bileşimine bağlı olarak doğada oluşturduğu tahribatın yanında doğada yok olma ömürleri de değişkenlik gösterir. Bazı maddelere ait doğada yok oluş ömürlerinin ayrıntısını Tablo 3.5'te görebilirsiniz.

Tablo 3.5 Bazı maddelerin doğada yok oluş ömürleri

Atık Türü	Atığın Ömrü
Yün çorap	1-2 yıl
Pamuklu kumaşlar	1-5 Ay
İp parçaları	3-14 ay
Piller	300 yıl
Kağıt biletler (bazı kağıt ambalajlar)	2-4 hafta
Kâğıt (gazete vs.)	3 ay
Sakız	2-5 yıl
Tütün	3 ay
Plastik tabaklar, kasetler v,s	100-500 yıl
Kibrit çöpleri	6 ay
Satraför (köpük)	1000 yıl
Sigara	1-2 yıl
Çakmak	50 yıl
Meyve atıkları	3-6 ay
Alüminyum	10-100 yıl
Deterjan	400 yıl
Telefon kartları	1000 yıl
Ped şişeler	400 yıl
Şampuan şişeleri	450-650 yıl

3.10. Asbest (Amyant) ve Asbest Çalışmaları

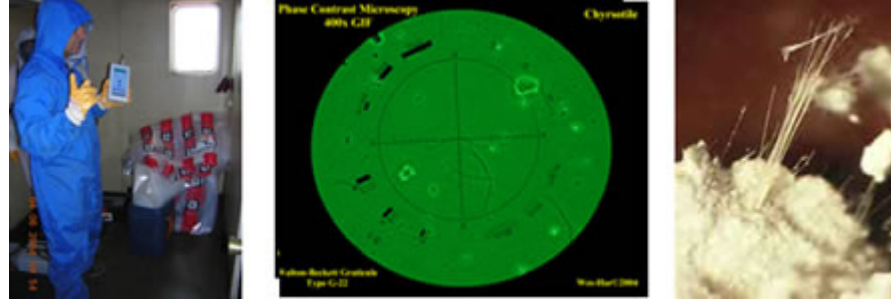


Şekil 3.22 Asbest çalışma kuralları (Alternaturk.org).

Türkiye 'de özellikle Bursa, Diyarbakır, Denizli, Eskişehir, Kütahya, Konya, Sivas, Şanlıurfa gibi bölgelerde rastlanan asbest fiberli yapıya sahip minerallere verilen genel bir isimdir. Bir silikat olan tremilitin bozulmasından meydana gelen asbestin kolayca eğilip bükülebilen elastik olmayan bir yapısı vardır ve elle tel tel ayrılabilir kadar zayıf bir dayanıma sahiptir. Yalıtım, mikroorganizmalar karşı üstün direnç, yanmaya karşı ciddi yanık bir maddedir. Yalıtım ve yanmaz özelliği nedeniyle özellikle inşaat malzemelerinde ve gemi sistemlerinde de kullanılmakta olup bununla beraber, kimya sanayi, uzay sanayisi, inşaat sanayi, otomotiv sanayi, ısıtma ve yakma fırın sistemleri, makine plastik aksamaları, itfaiye kıyafetleri vs. birçok alanda kullanılmaktadır.. OSHA 29 CFR Part 1926,1101 standardına göre eğer bir bina 1981 yılı öncesinde yapılmışsa otomatik olarak bu binada kullanılmış malzemelerin asbest içerdiği varsayılır. Ancak ülkemizde bu durum hakkında net bir şey söylemek çok zordur. Çünkü Türkiye 2010 yılında asbestli üretime kesin yasak getirmiştir. Bu tarih öncesi için net bir şey söylemek zor olsa gerek. Bu nedenle asbestin birçok yapıda kullanılmış olduğu TMMOB'nce düşünülmektedir. Ülkemizde toplu yıkımlar incelendiğinde asbeste karşı hiçbir önlemin alınmadığı ve hatta konu hakkında bilgili teknik ekibin olmadığı tespit edilmiştir. Bu kadar ciddi asbest riski taşımalarına rağmen Bursa'da da gerçekleşen toplu yıkımlar sonucunda oluşan atıklarda kontrolsüzce herhangi bir yere atılmakta bu durumda sorumlular tespit edilememektedir. Bu konuda Bursa ili olarak ciddi bir çalışma yapılmamıştır.

3.6.1. Asbest'in sağlığa zararları

Asbestin çok ince liflere sahip bir yapısı vardır. Bu lifler mikroskobik yapıdadır ve havaya karıştığında gözle görülemezler. Havada saatlerce asılı kalabilen asbest lifler solunumla vücuda alınır ve kanserojen etkiyi doğurur.



Şekil 3.23 Asbest çalışmaları (Alternaturk.org).

Ortamda asbest liflerinin bulunduğunu ölçmek için hassas cihazlar kullanılmaktadır. Solunumla akciğer ve bronşlara yerleşen asbest lifler iğnemsî bir yapıdadır. Yerleştikleri dokuda yara açarlar ve bu yaralar çoğu zaman sürekli büyür. Akciğerde alveollere ulaşan lifler oksijenin kana geçişini azaltır. Asbestin kansere neden olması için 5–20 yıl arasında bir süre geçmesi yeterlidir. Ortaya çıkan bu kanser tıp alanında mesothelioma olarak adlandırılmaktadır. Gastrointestinal kanseri olarak bilinen mide ve kalın bağırsakta görülen kanser türü de asbestle ortaya çıkabilmektedir (20–40 yıl). Bu mineral asbestosis denilen akciğer rahatsızlığına da yol açar. Ülkemizde Orta Anadolu'da köylülerin “Ak Toprak”, “Ceren Toprağı”, “Höllük toprağı” olarak adlandırdığı toprak çeşitlerinde asbest bulunduğu tespit edilmiştir. Köylüler bu toprakla duvar sıvası, çatı izolasyonu, çocuklarda pudra toprağı olarak kullanmaktadır. Yapılan tahlillerde köylülerin ciğerlerinde asbest maddesine yani asbestosis hastalığına rastlanmıştır. Asbestin tüm formları ayrıca malign mezotelyoma ve akciğer ve larinks kanserine neden olur. Ayrıca ovaryan, gastrointestinal ve diğer kanserlerin de nedeni olabilir (Straif et al. 2009).

3.7.1. Asbest'in geri dönüşümü

Diğer dönüşümlerde elde edilen madde tekrar kullanım amacı taşıırken asbestte amaç tekrar kazanmak değil, bertaraf etmektir. Özellikle gemilerde kullanılan asbestin bertarafı önemli bir sektör oluşturmaktadır. Türkiye'de de kurulan bazı şirketler gemi

sökümü ve asbest bertarafı konusunda faaliyet göstermeye başlamıştır (ALTERNATURK).

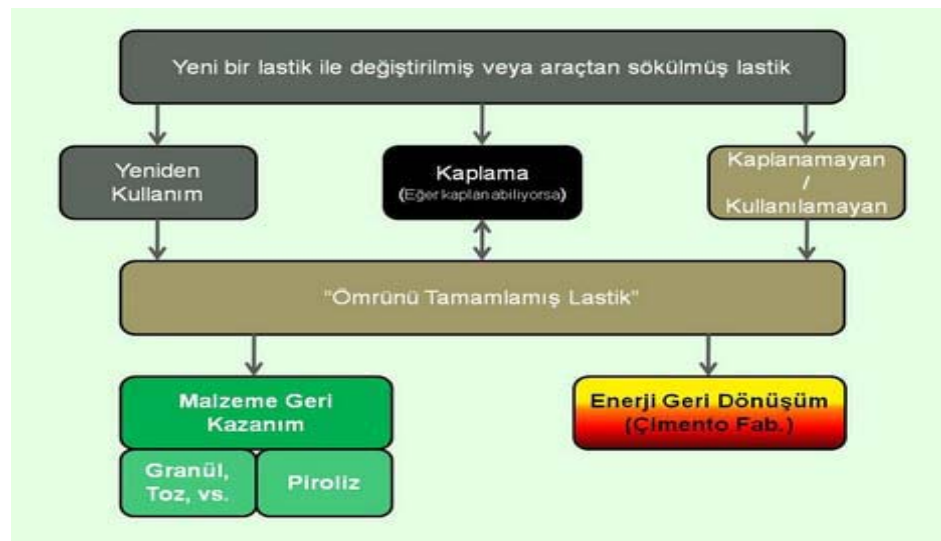
Asbesten korunma yolları olarak; çalışmalarda solunum sistemi koruyucuları ve koruyucu iş elbiseleri giyilmeli, zımpara, kazıma veya kırma esnasında ortaya çıkan tozun atmosfere ve çevreye yayılmasını engellemek için lokal havalandırma veya toz biriktirme sistemleri ile çalışılmalı, yine çıkan tozun yayılmasını engellemek için ıslak çalışma koşulları sağlanmalıdır. Çalışma bittikten sonra personel konteynerde hava sistemiyle arındırılarak elbiselerini öyle çıkarmalıdır. Sonuç olarak elde edilen asbest tozları çift sızdırmaz torbalara konup toprağa gömülmelidir.

Tablo 3.6 Asbest türleri (Eminoğlu S.).

Asbestin Türü	Asbestin Teorik Formülü
Aktinolit	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5(\text{OH})\text{Si}_4\text{O}_{12})_2$
Krizotil	$\text{Mg}_6(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5)_2$
Krisidolit	$\text{Na}_2\text{Fe}_3(\text{OH})\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$
Tremolit	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5(\text{OH})\text{Si}_4\text{O}_{12})_2$
Antifolit	$\text{MgFe}_7(\text{OH})\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$
Amosit	$\text{MgFe}_6(\text{OH})\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$

3.7. Lastik ve Ömrünü Tamamlamış Lastik Atıklar

Ülkemizde ve dünyada artan nüfusa bağlı olarak taşıt sayısı da artmaktadır. 2010 yılı TÜİK verilerine göre motorlu taşıt sayısı 15.095.603 adettir. Motorlu araçlarla beraber lastik kullanımı da artmaktadır. İşte bu kullanılan lastikler belirli bir süre kullanıldıktan sonra özelliklerini kaybederek ömrünü tamamlamış lastikler haline gelirler ve bu atık lastikler ciddi bir çevresel sorun teşkil etmektedirler. LASDER verilerine göre her yıl Türkiye’de yaklaşık 180.000 ton ÖTL ortaya çıkmaktadır. Lastiğin yapısında büyük çoğunlukla yenilenemeyen kaynaklar bulunmaktadır. Doğal kauçuk, sentetik kauçuk, karbon siyahı, çelik, yağlar ve çeşitli kimyasallar lastiğin bileşenlerini oluşturmaktadır.

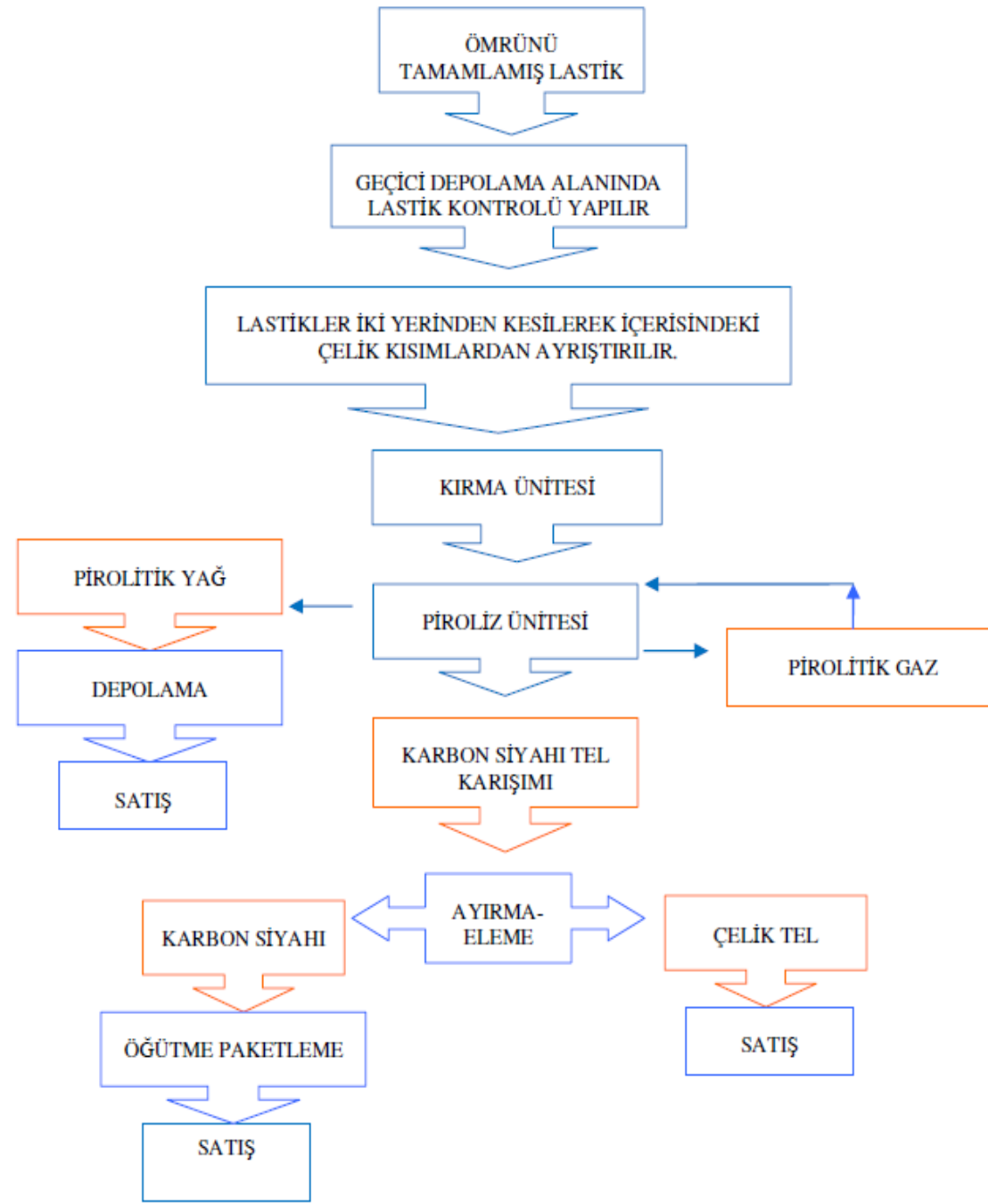


Şekil 3.24 ÖTL geri dönüşümü (LASDER).

Bazı araştırmacılar (Draper, A.J. 2002), lastik tozunu TCLP (Toksisite Karakteristik Yıkama Prosedürü-Toxicity Characteristic Leaching Procedure) yöntemi dışına çıkararak 10 gün gibi uzun bir süre aynı suyla temasta tutarak oluşan sızıntının sucul mikroorganizmalara ve böcek-kurtçuk boyutundaki canlılara zarar verdiğini ifade etmişlerdir. Bu araştırmacılar her km'de araç lastiğinden 90mg lastik partikülünün yol tozuna karıştığını belirtmişlerdir. Bu partiküllerin alergen olma ihtimali bulunmaktadır. Hurda lastiklerin yığıldığı yerlerde önemli iki çevre zararı söz konusu olmaktadır. Bunlar; bu yığınlarda meydana gelen şiddetli yangınlar ve diğeri ise bu yığınlarda rahatça çoğalma fırsatı bulan böcekler nedeniyle toplum için oldukça tehdit edici hastalıkların yayılma ihtimalidir. Araç lastiklerinin içinin boşluklu olması bunların sönmesini zorlaştırmaktadır. Lastik yığınlarının yanmasıyla atmosfere tonlarca zararlı bileşikler yayılmaktadır. Atmosfere yayılan bu maddeler içinde; karbon siyahı, uçucu organikler, yarı-uçucu organikler, çok halkalı hidrokarbonlar, yağlar, kükürt oksitleri, azot oksitleri, nitrosaminler, karbon oksitleri, uçucu partiküller ve As, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe vb. metaller bulunabilmektedir (EPA, 1997).

Bütün haldeki hurda lastiğin doğrudan insan sağlığı ile etkileşimi açısından yapılan araştırmalarda; akut bir etkinin olmadığı belirlenmiştir. Lastiğin hammaddelerinden biri olan ve "International Agency for Research on Cancer" tarafından kanserojen olarak sınıflandırılmış olan işlenmemiş naftenik veya aromatik extender yağlarının deriyle sürekli teması halinde deney hayvanlarında deri kanseri görülmüştür. İnsanlarda uzun ve tekrarlanan temaslarda alerjik deri reaksiyonunun

meydana geldiği belirtilmektedir. ÖTL geri kazanım ve elde edilen ürünlere Bölüm 7’de değinilmiştir.



Şekil 3.25. ÖTL Geri dönüşüm tesisi akım şeması (AGM geri dönüşüm).

3.7.1. Atık lastiklerin geri dönüşümünde ortaya çıkan sonuçlar

Atık lastiklerin %100'nün geri dönüşümü sağlanıyor. Çalışmada hiçbir kimyasal katkı maddesi kullanılmıyor yani dönüştürüm işlemi tamamen çevre dostudur. İşlem tam anlamıyla katma değer yaratıyor. Elde edilen ürünlerin tamamı piyasa değeri ve

yüksek talebi olan sanayi hammaddeleridir. Sistemi çalıştırmak son derece kolay ve işletme maliyetleri çok düşüktür. İşletme için gereken atık lastiğin maliyeti neredeyse sıfır ve temini son derece kolaydır. Sistemde atık lastiğin yanında lastik üretimi sonucu doğan hurda lastik bileşenlerinin de (hamur, yanık hamur, kırpıntı, iç lastik vs.) geri dönüşümü mümkündür. Böyle bir tesis 6 ay gibi kısa bir sürede kurulup çalıştırılır vaziyete getiriliyor. Geri dönüşüm yöntemi, kauçuk ve plastik bazlı bütün malzemelere uygulanabiliyor. Alternatif bir enerji kaynağı yaratarak ülke olarak petrole olan bağımlılığımızı azaltacak bir seçenek sunuyor. Hükümet ve yerel yönetimlere atık lastik geri dönüşümü sağlama, çevre kirliliği ile mücadelede büyük ekonomik ve sosyal kolaylıklar sağlıyor. Atık lastiklerin birikimden doğan çeşitli hastalıkların yayılması engelleniyor. Piroлиз sonucu üretilen gaz uygun işleme sonucu yüksek ekonomik değer taşıyor. Piroлиз işlemi sonucu elde edilen karbon siyahı ile çelik tel karışımı ise mıknatıslar vasıtasıyla ayrıştırılıyor ve çelik teller atık tel toplama havuzuna, karbon siyahı ise uygun boyuta getirilip torbalanmak üzere öğütme ve paketleme ünitesine gönderiliyor (AGM geri dönüşüm).

3.8. Elektronik Atıklar



Şekil 3.26 Elektronik atıklar (Osmangazi Belediyesi).

3.8.1. Elektrikli ve elektronik ekipman - EEE (Electrical and Electronic Equipment EEE)

Asıl işlevini yerine getirmek için elektrik akımına veya elektromanyetik alana ihtiyaç duyan ve bu gibi akımı ve alanı üreten, ileten, ölçen ve 1000 V alternatif akım veya 1500 V doğru akım kullanımını geçmeyecek şekilde tasarlanmış ekipmanlardır. (Anonymous, 2000; Anonymous, 2003; Anonymous, 2004)

E-Atık (elektronik atık); küresel olarak elektronik cihaz/aletlerin kullanıcısı tarafından kullanım süresini / hayatını tamamlamasıyla ortaya çıkartılan atıktır. E-atıklar (TV, bilgisayar, yazıcı, telefon, fax, fotokopi makinaları, ekranlar, DVD, VCR, entegre

devreler, yarı iletkenler, baskılı devreler, algılayıcılar, kablolar, iPod, MP3, tıbbi cihazlar vs) başlıca plastik, metaller ve cam içermektedir. E-atıklar; yer kaplamaları ve zehirli maddeler içermeleri dolayısıyla dünyada gittikçe büyüyen bir sorundur. Örneğin, bir bilgisayar ekranında, ağırlığının % 6'sı kadar kurşun bulunmaktadır.

Atık elektrikli ve elektronik eşyaları kaynağında, evsel atıklardan ayrı toplanması çalışmaları 2009 yılından bu yana Exitcom Recycling- Atık Taşıma Toplama Depolama ve Elektronik San. Tic. Ltd. Şti. ile yapılan protokol kapsamında belediyemiz tarafından yürütülmektedir. Osmangazi ilçemiz sınırları içinde bulunan okul, kamu kurumu, sağlık birimleri, muhtarlık ve alışveriş merkezlerinde elektronik atıkların zararları ve toplanması hususunda bilgilendirme çalışmaları yapılarak afiş ve broşürler dağıtılmaktadır. Bilgilendirme yapılan yerlere elektronik atıkların ayrı toplanması için konteynerlar verilmekte olup düzenli aralıklarla alınması sağlanmaktadır. Toplanan elektronik atıkları muhafaza etmek ve periyodik aralıklarla e-atık taşıma toplama şirketine vermek üzere Osmangazi Belediyesi şantiye tesislerinde ara depolama için elektronik atık toplama konteynerı yerleştirilmiştir (Osmangazi Belediyesi).



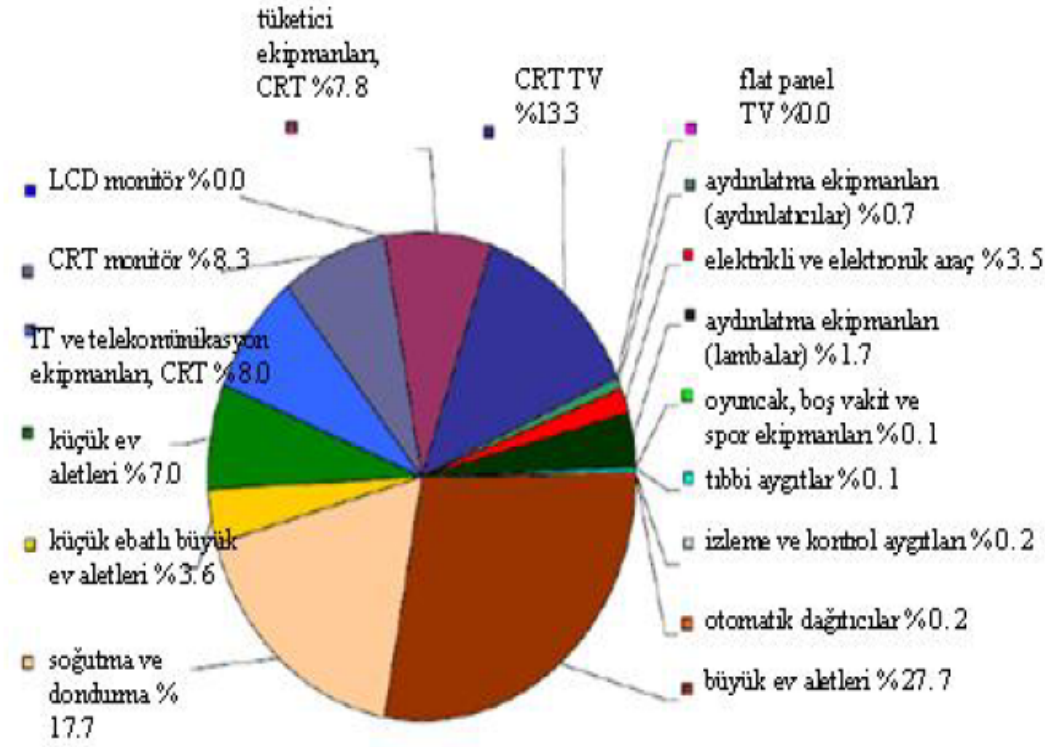
Şekil 3.27 e-atık depolama konteynerı (Osmangazi Belediyesi).

Bu anlamda yapılan yeni çalışmalar çerçevesinde Bursa İli gerekli çalışmalarını tamamlayarak her muhtarlığın atık toplama merkezi haline gelmesi konusunda kararlı bir tutum izlemektedir. Bu anlamda muhtarlıklarda da atıklar konusunda bilinçlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Köy okullarında da öğrencilere yetkili kişilerce seminerler düzenlenmekte ve en ücra yerlere kadar gidilerek bilgilendirme çalışmaları yapılması planlanmaktadır. Bir ekipmanın yıllık e-atık (E) üretimine katkısı (kg/yıl) ekipmanın; kütlesine (M), kullandığı miktara (N) ve ortalama kullanım süresine (L-yıl) bağlıdır (Osmangazi Belediyesi).

$$E = \frac{M \times N}{L} \quad (E 3.1)$$

Eşitlik 3.1 Yaygın olarak kullanılan elektrik ve elektronik ekipmanların kütleleri ve tipik ömürleri.

e-atıklar en çok gelişmiş ülkelerde yoğunluk göstermektedirler. Şekil 3.32’de Avrupa Birliği’nde meydana gelen e-atık türlerinin dağılımı verilmiştir.



Şekil 3.28 AB’de 2005 yılı atık EEE dağılımı (BM verileri).

3.8.2. Elektronik atıkların bileşenleri

BM verilerine göre e-atıkların % 30,2’sini plastikler, % 30,2’sini refraktör oksitler, % 20,1’ini bakır, %4’ünü kalay, % 2’sini kurşun, % 2’sini alüminyum oluştururken % 1,4’ünü diğer metaryeller oluşturmaktadır (Grid, 2006). Buna bağlı olarak bazı e-atık eşyaların metaryal içerikleri Şekil 3.28’de verilmiştir. Birer e-atık olan mobil telefonlar imalatçıdan imalatçıya ve modelden modele göre değişmektedir. Mobil telefonlar genel olarak % 15 cam ve seramik, % 37 demir dışı metaller, % 3 demir içeren metaller, % 40 plastik ve % 5 diğer metaller içerirler.

Yine bu e-atıklardan çevreye yayılan zararlı maddeler olarak nitelendirilen; kurşun (Pb), civa (Hg), kadmiyum (Cd), fosfor(P), baryum (Ba), berilyum (Be), nikel

(Ni), altı değerlikli krom (Cr^{+6}) maddeler Bölüm 2’de ayrıntıyla açıklanmıştır. Ancak bu Zararlı maddelerden bromlu alev geciktiriciler (BFR – Brominated Flame Retardants) ve altı değerlikli krom (Cr^{+6}) maddelerini açıklayacak olursak;

Bromlu alev geciktiriciler (BFR–Brominated Flame Retardants); İnsan sağlığı açısından kanserojen ve nörotoksik olup üreme üzerinde negatif etkiye sahiptirler. Normal gelişme için hormonal fonksiyonları önemli derecede etkiler. Gömme alanlarından çözünerek sızarlar ve buharlaşarak belirli mesafelere yayılırlar. Biyolojik olarak birikir ve aktarılırlar. Yakılmaları halinde dioksin ve furan oluşumuna sebebiyet verirler. BFR işyeri ve ofislerdeki bilgisayarlar üzerindeki tozlarda bulunmaktadır ve ABD ve İsveç’te anne sütünde çok fazla miktarda rastlanmıştır (Süleyman Demirel Üniversitesi).

Altı Değerlikli krom (Cr^{+6}); Korozyon koruması ve işlenmemiş galvaniz çelik levhalar ve sertleştirilmiş çelik için kullanılır. DNA hasarı ve astimik bronşite sebep olabilir (Süleyman Demirel Üniversitesi).

3.8.3. Elektronik atıkların ve elektronik bileşenlerin geri dönüşümü

Elektronik atık, geri dönüşüm veya materyal geri kazanım tesislerine aktarıldıktan sonra, test edilmekte ve sınıflandırılmaktadır. Toplanan ekipmanın nasıl değerlendirileceği ile ilgili kararın verildiği birim materyal geri kazanım prosesidir. Materyal geri kazanım prosesi için toplanan ekipman, “yeniden kullanılabilir” veya “geri dönüştürülebilir” olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Yeniden kullanılabilen ekipman ve parçalar sınıflandırıldıktan sonra geriye kalan tüm materyaller uygunsa geri dönüşümde, değilse hurda olarak kullanılmaktadır. Toplanan cihazların ekonomik değerinin en yüksek düzeye çıkarılabilmesi açısından, ekipmanın yaşı ve ekonomik durumu bu aşamadaki önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Elektronik atıklar içerdikleri yüksek metal ve değerli metal oranları dikkate alındığında önemli bir ikincil kaynak olarak değerlendirilebilir. Elektronik atıklardan metallerin geri kazanım süreci ekonomik ve çevresel yönden çeşitli avantajlara sahiptir. Bu avantajlar:

- Birincil kaynakların tükenme hızının azaltılması
- Katı atık miktarının azaltılması
- Metal dışı malzemenin (plastik vd.) kazanılması
- Demir, demir dışı (çelik, Al, Cu) ve değerli metallerin (Au, Ag, Pd vd.) kazanılması (Süleyman Demirel Üniversitesi).

hidrometalurjik süreçlerle değerlendirilerek daha yüksek metal kazanma verimlerine ulaşılabilir (Zhang et. al., 2000)

Eleme/ayırma işlemi; uniform boyuttaki malzemenin değerlendirilmesi ve metal içeriğinin artırılması için kullanılmakta olan mekanik bir prosestir. Eleme/ayırma işlemi, metallerin plastik ve seramiklerden farklı partikül boyutu ve şekilsel özelliklere sahip olması nedeni ile gerekli olan bir yöntemdir (Wilson at al, 1994).

Elektrikli ve elektronik ekipman hurdalarının geri kazanılmasında büyük önem taşıyan ön işlemler sırasında yapılan boyut küçültülmesi ile boyut karakterizasyonu sağlanmasının temel üç amacı vardır. Birincisi, küçük tane boyutlu parçalar büyük tane boyutlu parçalara göre daha kolay tutunabilir. İkincisi, elektrostatik ayırma işlemi esnasında aynı tane boyutlu ve aynı şekilli partiküllerin daha efektif olarak ayrılabilmesidir. Son amaç ise farklı maddelerin birbirinden ayrıştırılabilmesidir (Kaytaz, 1990; Zhang ve Forresberg, 1997).

Metallerin geri kazanımında kullanılan birincil eleme metodu dönen elek veya tambur tarzı elek sistemidir. Bu sistem genellikle otomobil hurdalarında ve belediyelerin katı atıklarının ayrıştırılmasında kullanılır. Bu yöntem elek deliklerinin, hurda içerisindeki farklı tane boyutları ve farklı şekillerdeki parçacıklar nedeni ile tıkanmasına karşı mukavemetlidir. Titreşimli eleme yöntemi, demir dışı partiküllerin geri kazanımında en çok kullanılan yöntemdir (Cui ve Forssberg, 2003).

Şekil ayırım teknikleri, toz endüstrisindeki partikül özelliklerinin kontrolünü sağlamak amacı ile geliştirilmektedir (Furuuchi and Gotoh, 1988; Furuuchi and Gotoh, 1992; Furuuchi et al., 1993; Ohya et al., 1993). Geri dönüşüm endüstrilerinde şekil ayırımı için en çok kullanılan yöntem eğimli plakalar ve eleklerdir. Eğimli konveyörler ve titreşimli plakalar; elektrik kablosu (Ohya et al., 1993) ve baskılı devre kart parça atıkları (Gungor and Gupta, 1998), televizyon ve kişisel bilgisayarlardan bakır geri kazanımı için Japonya'da kullanılan bir yöntemdir.

Farklı manyetik duyarlılıktaki bireysel mineral tanelerinin, uygun bir manyetik alan içinde, başlıcası manyetik kuvvet olmak üzere, çeşitli kuvvetlerin (yerçekimi, sürtünme vs.) bileşik etkileri nedeniyle birbirinden ayrılması yoluyla gerçekleştirilen ayırma yöntemine **manyetik ayırma** adı verilir. Farklı manyetik duyarlılıkta olan minerallerin endüstriyel düzeyde birbirinden ayrılmasını sağlamak üzere geliştirilen cihazlar manyetik ayırma cihazı olarak adlandırılır. (Kaytaz, 1990). Non-ferrous metaller (demirsiz metaller) ve diğer non-magnetik atıkların geri kazanımı için düşük

yoğunluklu/şiddetli magnetik ayırıcılar kullanılmaktadır (Cui and Forsberg, 2003). Manyetik ayırıcılar, çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Elektrik iletkenlik temelli ayırıcılar farklı elektrik iletkenliğe (özdirence) sahip materyallerin ayrılmasında kullanılmaktadır. Elektrik iletkenlik temelli mekanik ayırım prosesi üç tekniğe ayrılmıştır. Bu teknikler; Eddy akım ayırımı, korona elektrostatik ayırım ve triboelektrik ayırımıdır. Eddy akım ayırıcılar ile 5mm'den büyük parçalarda demirsiz metal/ametal ayırımı, korona elektrostatik ayırıcılar ile 0,1–0,5 mm aralığındaki materyallerde metal/ametal ayırımı, triboelektrik ayırıcılarda ise 5mm'den küçük materyallerde plastik ayırımı yapılmaktadır (Van Der Valk et al., 1982; Schubert and Warlitz, 1994; Stahl and Beier, 1997; Higashiyama and Asano, 1998; Meier-Staude and Koehnlechner, 2000).

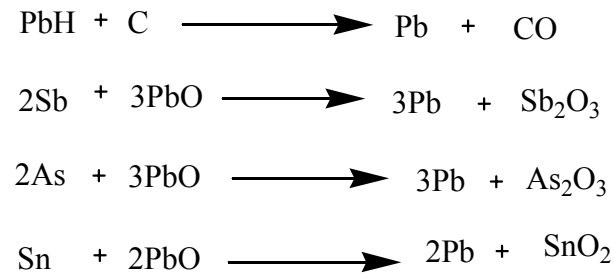
Geçtiğimiz 10 yıllık süreçte, geri dönüşüm endüstrisindeki en önemli gelişmelerden biri Eddy akım ayırıcılarının kullanılmaya başlanmasıdır. Ayırıcılar ilk olarak otomobil hurdaları ve kentsel katı atıklarda bulunan demir içermeyen materyallerin geri kazanımında kullanılmak için geliştirilmiştir (Norrgran and Wernham, 1991; Wilson et al., 1994; Dalmijn and van Houwelingen, 1995; Gesing et al., 1998). Bu metot günümüzde PET, elektronik parça, cam kırıntıları, öğütücü artıkları gibi malzemelerin seçiminde kullanılmaktadır (Mathieu and Tellier, 1990; Hoberg, 1993; Wernham et al., 1993; Schubert, 1994; Meyer, 1995). Demir dışı metallerin (özellikle Al) kazanılmasında kullanılan bu yöntem, iri tane boyutlarında (5 mm) daha etkindir (Zhang and Forsberg, 1998). Zhang et al. (1998), yüksek şiddetli Eddy akım ayırıcı kullanarak atık bilgisayarlardan (+7 mm) % 90'dan fazla Al verimine sahip konsantre üretmişlerdir. Zhang et al. (1999), Eddy akım ayırıcı ile ince tane boylarında (-5 mm) ayırma işlemi için çeşitli Eddy akım ayırıcı tipleri ile çalışmalar yapmışlar ve olumlu sonuçlara ulaşmışlardır (Yazıcı ve Deveci, 2009). Döner tipli elektrostatik ayırıcılar, iletken ve iletken olmayan parçaların seçiminde kullanılır. Elektrostatik ayırıcılar, elektrik telleri ve kablolarında bulunan bakır ve alüminyumların geri kazanımı (Iuga et al., 1989; Dascalescu et. al., 1994, Schubert and Warlitz, 1994; Iuga et al., 1998; Meier-Staude and Koehnlechner, 2000) ile özellikle baskı devre kart parçalarındaki bakır ve değerli metallerin geri kazanımında kullanılmaktadır (Schubert and Warlitz, 1994; Higashiyama and Asano, 1998; Zhang and Forsberg, 1998b; Meier-Staude and Koehnlechner, 2000). Zhao vd. (Zhao et al., 2004), farklı tane boylarına sınıflandırılmış atık devre kartlarından (-0,5 +0,3 mm) bakırı kazanmak için elektrostatik ayırma uygulamış ve yaklaşık % 98 verim ile Cu konsantresi elde etmiştir.

Aynı araştırmacılar besleme tane boyutunun azalmasıyla metal kazanma veriminin düştüğünü ve -75 µm tane boyutunda etkin bir ayırma işleminin gerçekleşmediğini ifade etmişlerdir. Benzer bir çalışmada; Li vd. (Li et al., 2007), ince boyutlu (-0,3 mm) atık baskılı devre kartı malzemesinin elektrostatik ayırma sürecinde topaklandığını ve ayırma işleminin olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir (Yazıcı ve Deveci, 2009). Triboelektrik ayırma plastiklerin sahip olduğu farklı hacim özdirençler ve özgül ağırlık özelliklerinden yararlanılmaktadır. Plastik atıklar üzerine yapılan çalışmalar, triboelektrik elektrostatik ayırmanın parçacık şeklinde bağımsız olarak gerçekleştirilebilmesi, düşük enerji tüketimi ve yüksek işlem hacmi gibi avantajlara sahip olduğunu göstermiştir (Stahl and Beier, 1997).

3.12.4.2. Pirometalurjik geri kazanım yöntemi:

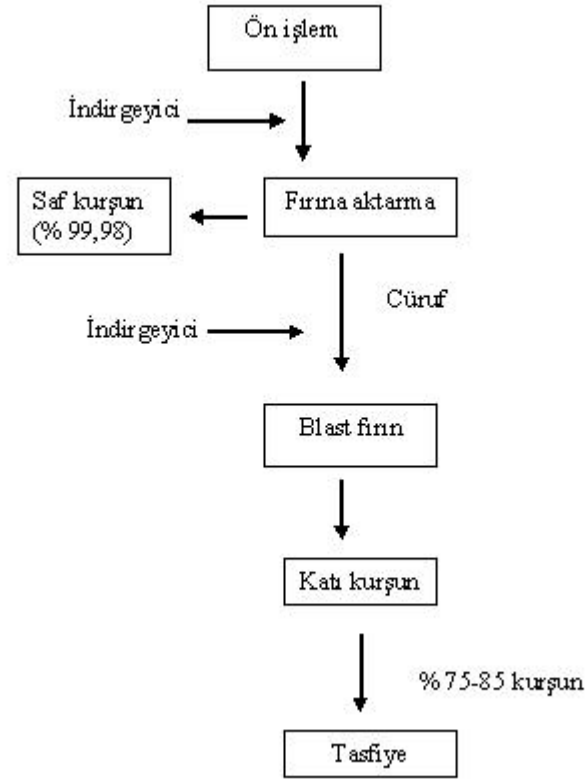
Pirometalurjik proses, elektronik atıklarda bulunan demir içermeyen (non-ferrous) metallerin geri kazanımı için son 20 yıldır kullanılan bir metottur. Bu metot; plazma ark fırın ya da blast fırında (maden eritme ocağı) yakma, eritme, katılaştırma ve ergitme ile gaz fazda oldukça yüksek sıcaklıktaki reaksiyonlar sonucunda demir içermeyen metallerin geri kazanımını sağlayan bir uygulamadır (Sum, 1991; Hoffmann, 1992; Lee et al., 2007). Pirometalurjik proses özellikle platin grubu metallerin (paladyum ve platin gibi) konsantre edilmesini sağlayan bir mekanizmadır (Hoffmann, 1992). Bu proseste öğütölmüş parçalar fırında yakılarak ya da sıvılaştırılarak plastikler ve refraktör oksitler, metalik oksitlerle birlikte cüruf halinde ayrıştırılır. Pirometalurjik proses organik malzemelerin giderilmesi için yakma, boyut küçöltme, şarj hazırlama, ergitme ve son olarak da platin konsantrelerinin üretimi kademelerinden oluşur (Hoffman, 1992). Dunn vd. (Dunn et al., 1991), elektronik parçalardan değerli metal kazanımı ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın amacı, altın bulunan elektronik parçalardan saf altın geri kazanımıdır. Altın atık parçaları; metalik altın, gümüş klorit ve diğer metal kloritleri içeren bir karışım oluşturmak için 300–700°C aralığında tepkimeye girmişlerdir. Karışım; metalik altın/gümüş klorit formunda bulunan gümüş klorit dışındaki metal kloritlerinden arındırılmak için, hava püskürtmeli hidroklorik asit ile yıkanmıştır. Daha sonra metalik altın /gümüş klorit karışımı sırası ile amonyum hidroksit ve nitrik asit ile yıkanmıştır Bunun amacı gümüş kloriti ve metalik altın içinde bulunan metalik gümüşü çözmektir. Altın atıklarından, % 99,9 saflıkta altın geri kazanılmıştır. Dunn ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen proses, % 80'den fazla

altın içeren malzemelerin safsızlaştırma prosesinin geliştirilebildiğine işaret etmiştir. Day, (1984) ısıya dayanıklı seramik malzemelerden değerli metal kazanım prosesi ile ilgili çalışmıştır. Atık parçalar en az 1400°C'lik bir plazma ark fırında proses edilmiştir. Amaç; içeriğinde hem az miktarda değerli metaller ve toplayıcı metal bulunduran ergimiş metalik bir faz elde etmek hem de seramik kalıntıları cüruf halinde elde etmektir. Toplayıcı metaller gümüş ya da bakır olabilir. Tüm kütle oranı % 7-10 olan SiO₂ içerikli flux (cüruf oluşturan madde) erime noktasını azaltmak için kullanılmıştır. Baryum titanat içeren 38,13 kg ağırlığındaki atık elektronik parça numune olarak kullanılmıştır. Plazma ark fırındaki 15 dakikalık işlem sonrası, % 80,3 ve % 94,2 verimlilikle sırasıyla platin ve paladyum geri kazanılmıştır. Kurşun ve bakır geri kazanım prosesi ile ilgili bilgiler aşağıda verilmektedir. Reflektör fırın kurşun geri kazanımı için kurşun içeren materyaller ile doldurulur. Bu fırın içerisinde kurşun bileşikleri metalik kurşun külçelerine indirgenir ve cüruf gibi yabancı materyaller yükseltgenir. Kurşun külçesinin saflık derecesi ağırlık olarak %99,9'dan yüksektir. Fırında tipik olarak ağırlıkça % 60-70 oranında kurşun ve ham kurşun ürün içeren cüruf bulunur. Cüruftaki ağır kurşun tabakanın üstünde hafif ve akışkan bir tabaka bulunur. Cüruf devamlı olarak fırından dökme kabına alınır. Cüruf devamlı olarak yüklenirken, cüruftaki metal seviyesinde az miktarda artış gözlemlendiğinde, fırından külçe yüklemesi yapılır. Baca gazında oluşan kırıntılar filtreleme bölümünde biriktirilir ve kurşun geri kazanımı için tekrar fırına yüklenir. Reflektör fırında gerçekleşen tepkimeler aşağıda görülmektedir:



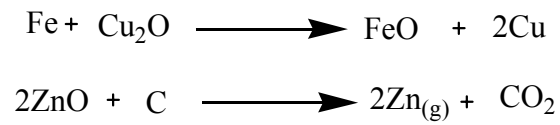
Daha sonra yüksek fırın (maden eritme ocağı), reflektör fırında oluşan cüruf ve diğer kurşun içeren materyallerle beslenmektedir. Demir ve kireç taşı, yanma verimini arttırmak için kullanılan eritici maddelerdir. Yukarıda belirtilen ilk tepkime, kurşun geri kazanımı ve ilgili tepkimeler için başlangıç noktasıdır. 2., 3. ve 4. tepkimeler uzun alevli (yansımali) fırında cüruf oluşumu ve kurşunun indirgenmesi sırasında meydana

gelir. Yüksek fırında oluşan sert kurşun (cüruf içerisinde bulunan %1-3 kurşun'un yanı sıra) ağırlık yüzdesi olarak %75-85 kurşun ve % 15-25 antimon içermektedir. Yüksek fırın, kurşun geri kazanımı için kesintisiz olarak ve cürufun uzaklaştırılması için aralıklı olarak beslenmektedir. Cüruf ayrıca, CaO (kalsiyum oksit), SiO₂ (silika), ve FeO (demir oksit) içermektedir (Anonymous, 1998). Temel olarak silika ve demir oksitlerini içeren yüksek fırın cürufu, depolama alanlarında bertaraf edilmektedir (Prengaman, 1980). İkincil kurşun geri kazanım proses akım şeması Şekil 3.33'de görülmektedir.

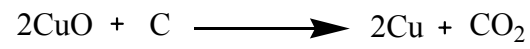


Şekil 3.29 İkincil kurşun geri kazanım prosesi (Kang ve Schoenung, 2005).

Bakır geri kazanımı için, ağırlık yüzdesi olarak % 5–40 oranında bakır içeren elektronik atıklar yüksek fırına gönderilmektedir. Bakır bileşikleri, plastik türleri ve hurda demir gibi indirgeyici maddelerle indirgenmek zorundadır (bakırın soy metal olma özelliği demirden daha fazladır). Ayrıca kalay, kurşun ve çinko gibi saflık derecesini düşüren materyaller gaz buharına indirgenmektedir (Notle, 1997). Yüksek fırında meydana gelen tepkimeler aşağıda verilmektedir:



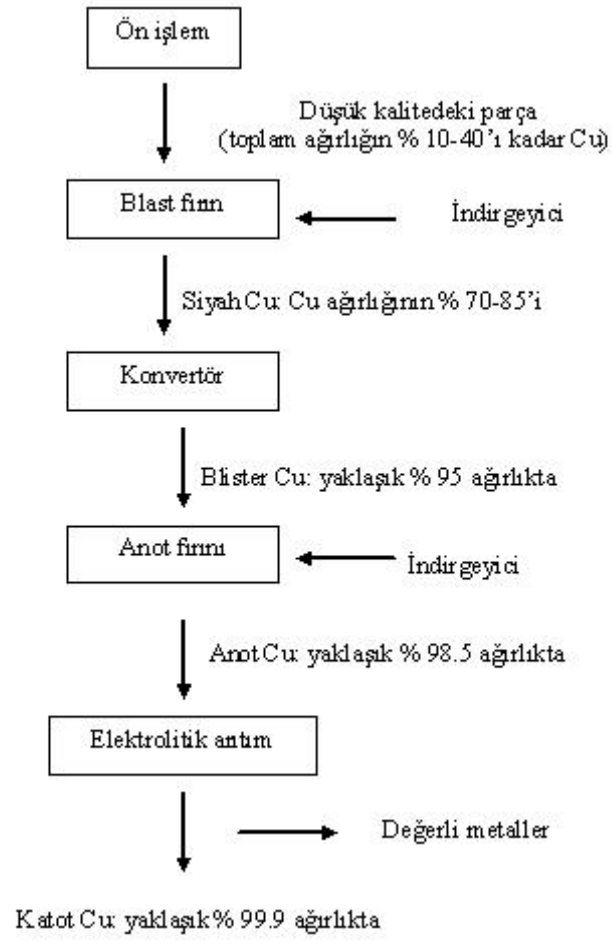
Yüksek fırında meydana gelen tepkimeler sonrasında oluşan ürün bakır geri dönüşümünde kullanıldığında siyah bakır olarak adlandırılır ve ağırlıkça % 70–85 oranında bakır içermektedir. Siyah bakır, yükseltgenmek üzere konvertöre aktarılmaktadır (Hazen Research, 1998). Bir konvertörde oksit bileşiklerinin elde edilmesi için hava veya oksijenle zenginleştirilmiş hava kullanılmaktadır. Saflık derecesini düşüren materyaller (Sn, Pb, Zn) yakılır ve demir cüruf olarak uzaklaştırılmaktadır. Blister bakırın saflık derecesi % 95'tir. Bir anot fırınında, blister bakır ve hurda bakır eritilmektedir. Bakırdan daha az soy metal özelliği taşıyan metaller seçime göre yükseltgenmektedir. Bakır eriyiği bir indirgeyici madde vasıtasıyla indirgenmektedir (Notle, 1997). Anot fırında meydana gelen indirgenme tepkimesi aşağıda görülmektedir:



İndirgenme tepkimesinin hızlandırılması için indirgeyici madde olarak kok kömürü ve tahta kullanılabileceği gibi atık plastikler de kullanılabilir. İndirgeme tepkimesi esnasında sülfür giderimi de gerçekleşmektedir. İndirgenmiş bakır, daha yüksek seviyede bakır geri kazanımı için bir anotun içine boşaltılmaktadır (Kindesjo, 2002). Geri kazanılan anot bakır saflık derecesi, H₂SO₄ (sülfirik asit) elektroliti içerisinde Ni, Zn ve Fe gibi diğer elementlerle birlikte çözdürülerek yükseltilebilmektedir. Saf bakır (ağırlık yüzdesi olarak % 99,99) katotların üzerinde birikmektedir (Hazen Research, 1998). Şekil 3.30'da ikincil bakır geri kazanımı prosesinin akım şeması görülmektedir (Kang ve Schoenung, 2005).

Oluşan bakırın toplanmasından sonra ikincil bakır dökümünden elde edilen yan ürünler ve cüruf; demiryollarında çakıl, kum raspası ve balast olarak kullanılabilir (Queneau and May, 1991). İkincil bakır dökümü maden filizi kullanımına dayalı olmadığı için, birincil dökümü meydana getiren metal filizinin indirgenmesi ve yükseltgenmesi tepkimeleri gibi maliyetli işlemlerden kaçınılmaktadır. Fakat bununla birlikte, yüksek verimli atık toplama sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Yapılan yakma prosesine göre katı haldeki madde miktarının diğer

numunelere göre inorganik içeriğinin daha yüksek olduğu görülür. Uzun süreli tepkimelerden sonra da bu içerikte azalma görülmemiştir (Marco et al, 2007). Avrupa Plastik Üreticileri Birliği'nin yürüttüğü çalışmalar sonucunda, kişisel bilgisayarlar gibi kullanım ömrünü tamamlamış elektronik atıklardan bakırın geri kazanılması için gerekli olan enerji miktarının, maden cevherinden bakır üretmek için gerekli olan enerji miktarının yalnızca 1/6'ı olduğu belirlenmiştir (Mark ve Lehner, 2001). Pirometalurjik yöntem, son yıllarda elektronik ekipmanlardan değerli metal geri kazanımı için kullanılmakta olan bir yöntem olmasına rağmen, kullanımını kısıtlayıcı bazı unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurlar aşağıda sıralanmıştır (Cui and Zhang, 2008). Tasfiye fırını, alüminyum ve demir gibi metallerin geri kazanılmasına imkan vermemektedir. Bu metaller, cüruf formuna geçmektedir. Alüminyum, cürufun özelliklerini istenmeyen yönde değiştirmektedir. Tasfiye fırınına besleyen malzemede mevcut olan halojeniz alev geciktiriciler, özel tesisat ve ölçümler yapılmaksızın, dioksinler hakkında bilgi verir. Geleneksel tasfiye fırınları madencilik işlemlerinde kullanılmak için tasarlanmıştır. Elektronik atıklardaki bakır parçalarının işlenmesi esnasında ise çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bunun yanı sıra, modern tasfiye fırınları oldukça yüksek yatırımlar gerektirmektedir. Blast fırınlarda, elektronik atıklardaki seramik bileşikleri ve cam, cüruf fazına geçer. Bu nedenle, elektronik atık parçalarında bulunan değerli ve adi metallerin kaybı gerçekleşmiş olur. Enerji geri dönüşümü ve organik bileşenlerin indirgen olarak kullanılması, sadece başlangıç kısımlarda gerçekleşmektedir. Metal değerinin limitli olarak geliştirilmesinin bir sonucu olarak, pirometalurjik yöntem ile yalnızca bir kısım metalin seçimi gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 3.30 İkincil bakır geri kazanım prosesi (Kang ve Schoenung, 2005).

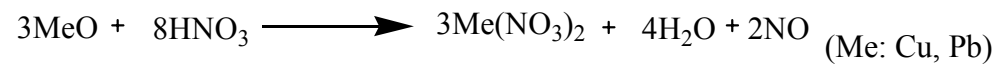
Ayrıca, hidrometalurjik teknik veya elektrokimyasal proseslerin de akabinde kullanılması gerekir. Değerli metaller, pirometalurjik proseste uzun süre kalır ve prosesin en son sürecinde gözlemlenir.

3.12.4.3. Hidrometalurjik ve biyohidrometalurjik geri kazanım yöntemi:

Geçmiş 20 yıllık süreçte, elektronik parçalardan hidrometalurjik teknikler kullanılarak değerli metal geri kazanımı konusunda bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir (Kolodziej and Adamski, 1984; Baba, 1987; Gloe et al, 1990; Ogata et al, 2005; Quinet, et al, 2005; Wai and Wang, 2005; Macaskie et al, 2007). Pirometalurjik yöntemlerle karşılaştırıldığında hidrometalurjik ve biyohidrometalurjik yöntemler; ilk yatırım giderleri düşük, çevresel etkisi az, metal kazanma verimi yüksek ve nispeten küçük ölçekli uygulamalar için daha uygundur (Yazıcı ve Deveci, 2009). Hidrometalurjik süreçlerde, fiziksel yöntemler kullanıldığında oluşan metal kayıpları da (% 10–35) en aza inmektedir (Goosey and Kellner, 2002). Hidrometalurjik proses, katı maddelerin

asit serilerinden yada aşındırıcı liç işlemlerinden geçirilmesi işlemlerini kapsar. Çözeltiler daha sonra metal konsantrasyonunun artırılması ve safsızlaştırılması için solvent ekstraksiyonu, adsorpsiyon ve iyon değişimi gibi işlemlere tabi tutulur. Çözeltilere metal geri kazanımı için elektrolitik arıtım, kimyasal redüksiyon ya da kristilizasyon işlemleri uygulanır (Tavlarides et al, 1985; Shamsuddin, 1986; Sum, 1991; Yang, 1994; Ritcey, 2006; Sadegh et al, 2007). Yazıcı ve Deveci (2009), elektronik parçalardan metal geri kazanımı ile ilgili olarak hidrometalurjik ve biyohidrometalurjik yöntem ile ilgili literatürde yapılmış olan çalışmaları inceleyerek özetlemişlerdir. Söz konusu kaynaktan alıntılanarak hazırlanan kısım aşağıda görülmektedir.

Literatürde, çeşitli inorganik asit/oksitleyici (HCl, H₂SO₄, HNO₃/H₂O₂, HClO₄, NaClO) ortamlarında metallerin çözündürülmesi farklı araştırmacılar tarafından araştırılmıştır (Gloe et al., 1990; Mecucci ve Scott, 2002; Kinoshita et al., 2003; Oh et al., 2003; Quinet et al., 2005; Madenoğlu, 2005). Farklı inorganik asitler ve oksitleyiciler kullanarak, atık baskılı devre kartlarından altın ve bakır başta olmak üzere metallerin geri kazanımını araştırmış ve nitrat/klor (HNO₃/HCl) ortamında, en yüksek bakır ve altın çözünmesinin gerçekleştiğini tespit etmiş. Liç öncesi uygulanan piroliz işleminin metallerin çözünmesini olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Benzer bir çalışmada Sheng ve Etsell (Sheng and Etsel, 2007), bilgisayar devre kartlarından altının HNO₃/HCl ortamında hızlı bir biçimde (90°C'de 30 dk) çözündüğünü bulmuştur. Mecucci ve Scott (Mecucci and Scott, 2002), atık devre kartlarından bakır ve kurşunun HNO₃ ortamında yüksek verim ile (% 95) çözündüğünü gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, yüklü liç çözeltilerinden bu metalleri kazanmak için elektro-kazanım uygulamışlardır.



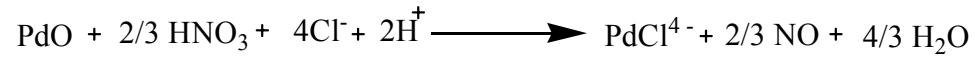
Kinoshita vd. (Kinoshita et al., 2003), atık devre kartlarından bakır ve nikeli HNO₃ ortamında %90 verim ile çözeltiye aldıktan sonra solvent ekstraksiyon yöntemi ile çözeltilerin safsızlaştırılmasını araştırmışlardır. Oh vd. (Oh et al., 2003), atık devre kartlarından farklı metallerin kazanımı için liç işlemi uygulamış ve birinci aşamada H₂SO₄/H₂O₂ ortamında % 95 verim ile Cu, Fe, Zn, Ni ve Al kazanımına ulaşmışlardır. Birinci liç aşamasını takiben Au ve Ag metallerini çözündürmek için CuSO₄-NH₄OH-

(NH₄)₂S₂O₃ ortamında liç uygulanmış ve % 95 verim ile Au/Ag kazanımı gerçekleşmiştir. Quinet vd. (2005), cep telefonlarındaki devre kartlarında altın, gümüş ve paladyum liçini araştırmışlar ve bakırın liçi için H₂SO₄ ortamında farklı oksitleyiciler (H₂O₂, O₂, Fe⁺³) kullanmışlardır. Yüksek bakır çözünmesi için (80°C) H₂O₂ ilavesinin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

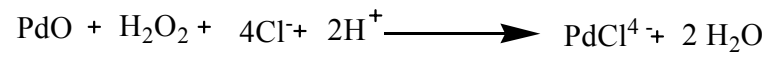


$$(\Delta G^\circ(80^\circ\text{C})) = -329 \text{ kJ/mol}$$

Paladyum ekstraksiyon için farklı oksitleyiciler varlığında (HNO₃, H₂O₂) klor liçi (HCl, NaCl) uygulamışlardır. Hidroklorik asit (HCl) içinde, her iki tür oksitleyici varlığında ~% 93–95 Pd verimi (75°C) elde etmişlerdir.



$$(\Delta G^\circ(75^\circ\text{C})) = -84 \text{ kJ/mol}$$



$$(\Delta G^\circ(75^\circ\text{C})) = -244 \text{ kJ/mol}$$

Altın-gümüş ekstraksiyonunda tiyoüre ve siyanür liçi incelenmiş ve siyanür içinde % 95 Au ve Ag kazanımına ulaşıldığı belirtilmiştir. Araştırmacılar her liç aşaması sonrası sulu fazdaki metallerin kazanımına yönelik olarak kimyasal çöktürme, sementasyon veya aktif karbon adsorpsiyonu yöntemlerini kullanmışlardır. Koyama vd, (Koyama et al, 2006), baskılı devre kartlarından bakır Cu(II)-NH₃-(NH₄)₂SO₄ ortamında % 90 verimle sulu faza alınmış ve saflaştırma işlemi takiben elektro-kazanım ile katotta kazanmışlardır. Shibata ve Matsumoto (Shibata and Matsumoto, 1999), bilgisayar anakartlarından liç (KI/I₂ ve NaCl/hipoklorit) ve solvent ekstraksiyon yöntemleri ile Au/Ag kazanımını araştırmışlardır. Araştırmacılar, KI/I₂ ortamında, siyanür liçine göre çok hızlı metal çözünme verimlerine (30 dk'da % 88 Au ve % 65 Ag) ulaştıklarını belirtmişlerdir. Tüketici ürünlerinin oluşturduğu atıklar yanında, devre kart üretimi sırasında da atıklar ortaya çıkmaktadır. Üretim sürecinde oluşan kırpıntı halindeki laminatlar, H₂SO₄/HNO₃ ortamında çözündürüldükten sonra elektrolitik bakır

kazanımı ile geri kazanılabilmektedir (Goosey and Kellner, 2002). e-atıklarından metallerin geri kazanımı için uygulanabilecek yöntemler Tablo 3.7’de mevcuttur.

Tablo 3.7 E-atıklarda uygulanan yöntemlerin karşılaştırılması (Zhang at al, 2000).

Yöntem	Avantaj	Dezavantaj
Fiziksel Yöntemler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tüm e-atıklar için uygun ➤ Zararlı gaz çıkışı yok ➤ Basit proses 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Metal veya değerli metal kaybı yüksektir. ➤ Elde edilen ürünün ekstra işleminden geçirilmesi ➤ Toz problemi
Piremetalurjik yöntemler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boyut küçültme aşaması gerekli değil. ➤ Ergitme aşaması işleminde plastikler enerji kaynağıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ sadece değerli metaller içeriği yüksek atıklar için uygundur. ➤ E-atık içindeki kirlilik değerli metal kaybına nedendir. ➤ Al ve Zn için uygun değildir ➤ Pahalı bir yöntemdir. ➤ Zararlı gaz çıkışı vardır.
Hidro metalurjik yöntem	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Küçük ölçeklerde uygulanır ➤ Zararlı gaz çıkışı yok ➤ Yüksek verim ve saflık 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ön hazırlık gerektirir ➤ Atık çözeltinin artırılması gerekli ➤ Yan ürün eldesi zor.
Biyo hidro metalurjik yöntem	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Küçük kapasiteli işletmelere uygundur. ➤ Zararlı gaz çıkışı yok ve çevresel etkisi az. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Liç süresi uzun ➤ Metallerin toksit etkisi liç süresini olumsuz etkiler. ➤ Liç için katı oranı düşük.

3.9. Fosil Yakıtların Doğaya Verdiği Zararlar ve Yenilenebilir Enerji Çalışmalarının Değerlendirilmesi

3.9.1.Fosil yakıtlar ve doğaya verdiği zararlar

Fosil kayıtların tüketimine bağlı kirlilik denilince ülkemizde ilk sıraları İstanbul almaktadır.İstanbul'da tüketilen 5–6 milyon ton/yıl kömürün yaklaşık 4–5 milyon tonu bu bölgeden temin edilmektedir. Bu kömürler; % 15–30 kül, % 3 kükürt, % 25–30 nem içermekte olup, ısı değeri 3000-3500 k.cal/kg arasında değişmektedir. Böylesine ısı değeri düşük ve kükürt, kül, nem gibi kirlitici madde oranları yüksek olan bu kömürler yanma sonucunda, Marmara Bölgesi’nde özellikle İstanbul ilinde hava kirliliğine de neden olmaktadır (Eltun, 2010).

İçerdiği yüksek miktardaki karbon nedeniyle termik santrallerde kömür kullanmak en çok karbondioksit kirliliğine yol açan enerji üretim şeklidir. Ayrıca kömür

madenciliği de, karbondioksitten 20 kat güçlü olan metan gazının açığa çıkmasına neden olur. Bütün dünyada, kömür santrallerinden yılda 7 milyar ton karbondioksit salınımı gerçekleşmektedir. Bu miktar; dünyadaki toplam karbondioksit salınımının % 41'ine karşılık gelmektedir. Kömür santralleri büyük miktarlarda civa kirliliğine sebep olur ve civa kirliliğinin en büyük yayıcısıdır. Civanın insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine Bölüm 2'de değinilmiştir. Kömür, asit yağmurlarına ve asit yağmuru oluşumuna kaynaklık eden kükürtdioksit ve azotoksit'in açığa çıkmasına neden olur. Ortaya çıkan duman, bitkileri ve ağaçları, hastalıklara ve aşırı havalara karşı dirençsiz kılarak tüm ekosistemi yok edebilir. Asit yağmurundan kaynaklanan yüzey suyunun asitlenmesi; balık popülasyonlarında yaygın kayıplara sebep olmaktadır. Asit yağmurları, Çin'de ülke topraklarının yaklaşık %30'unu kaplamaktadır. Ayrıca, gözlemlenen 487 kentin % 54,4'ünde asit yağmuru gerçekleşmiştir. Kömür, küçük partiküller ve radyasyon yoluyla gerçekleşen tehlikeli hastalıkların kaynağıdır. Hava içerisinde hapsolmuş katı veya sıvı olan küçük partiküllerin ana kaynaklarından biri santrallerde kömürün yanma sürecidir. Bu parçacıklar akciğer fonksiyonlarında azalma, astım, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve bebek ölümlerine sebep olabilir. Türkiye linyitleri üzerinde yapılan bir araştırmaya göre, uranyum, potasyum, radyum ve toryum oranları ortalama değerlerin çok üzerinde çıkmıştır (Öztürk ve Özdoğan, 2004). Ayrıca, Yatağan'ın 50 köyünün 34'ünde radyasyon miktarının insan sağlığının kabul edebileceği sınırın çok üzerinde, küllerin atıldığı bölgelerde ise 19 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir (Keskin ve Mert, 2002). Bunların dışında, Türk Tabipler Birliği'nin yaptığı bir araştırmaya göre solunum sistemi hastalıkları, bronşit, amfizem ve astım gibi hastalıklar Yatağan'da Muğla merkezine oranla iki kattan daha sık görülmektedir (TTB, 2000). Kömürün yanması sonucu açığa çıkan atık zehirlidir. Örneğin, insan sağlığına veya çevreye zarar verebilecek miktarlarda arsenik, kadmiyum, krom ve kurşun bulunabilir. Bu maddeler, şiddetli etkilerle ilişkilendirilmektedirler. Bu etkiler Bölüm 2'de açıklanmıştır. Kömür tatlı su kaynaklarımızın azalmasına ve kuraklığa neden olur. Birleşmiş milletlere göre, milyarlarca insan, iklim değişikliği tarafından tetiklenen su yetersizliğiyle mücadele etmek zorunda kalacak. Ayrıca kömür madenciliği her gün tahmini 70 milyonla, 260 milyon galon su gerektirmektedir. Bu nedenle yeraltı sularını kirletir ve geniş bir alan içerisindeki yeraltı su seviyelerini etkiler (Eltun, 2010).

Kömür madenciliği ayrıca asit maden kanalizasyonu (AMD) yoluyla su kirliliğini tetikleyen nedenlerden biridir. Bu zehirli su sızdığına, yeraltı suyu ve kanallarıyla

birleşir; su kirliliğine sebep olur ve toprağa zarar verir. Kömür madenciliği insan sağlığı üzerinde geri dönüşü olmayan etkilere sahiptir. Çevresel etkilerine ve yarattığı kirliliğe ek olarak, kömür madenciliği yerel halk ve madenciler üzerinde de olumsuz etkilere sahiptir. Kömür madenini tozunun pnömokonyoz'a (kara akciğer hastalığı olarak da bilinir) yol açma potansiyeli uzun süredir bilinmektedir. Kara akciğer; kömür tozunun ve karbonun uzun süre solunması sonucunda meydana gelir (Eltun, 2010).

Kömür Madenciliği doğayı yok eder ve erozyona neden olur. Madencilik işlemleri yüzünden tahrip edilen büyük toprak alanlar ve buna maruz kalan toprakların fazlalığı yüzünden, erozyon madencilik yapılan bölgelerde öncelikli kaygıdır. Yüzey maden alanlarındaki tortu üretimi ormanlık alanlardan 1000 kattan 2000 kata kadar fazla, otlak alanlardan ise 10 kat daha fazla olabilir. Bu yüksek tortu yüklemeleri, alanın tarım potansiyelinde azalmaya sebep olabilir ve akıntı rezervlerinde depolama kapasitesinde kayıplara yol açabilir. Azalan nehir kanal kapasiteleri yüzünden sel basmasını arttırabilir, akım yapısında yer yüzeyi yapısında değişime yol açabilir, bulanıklığı ve bununla ilgili nehir yaşamında meydana gelecek değişiklikleri arttırabilir (Eltun, 2010).

Dünyada kullanılan enerjinin yaklaşık %87'si fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Bu fosil yakıtların hava kirliliği gibi ciddi dezavantajının olmasına rağmen gelecek 100 yılda fosil yakıt ağırlıklı bir sistem devam edecek bu nedenle fosil yakıtların azaltılıp daha temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmaya çalışılması gereklidir (Ediger, 2013).

Ülkemizin en önemli yer altı kaynaklarının başında kömür gelmektedir. Ancak 1848'den beri üretimde olan Zonguldak'ın da rezervi çok azaldı ve Türkiye'ye yetecek kadar bir kömür kalmadı. Linyitler ise batı Anadolu başta olmak üzere Türkiye'nin her yerinde bol miktarda var. Ama bunlar genellikle küçük havzalarda bulunuyor ve ısı değeri de düşük. Özetle, 12 milyar ton civarında bir linyitimiz var. Hepsini elektriğe çevirmeye kalksak yine de ihtiyacımızı karşılamaz. Petrol yatakları ve ne kadar petrol rezervimizin olduğu konusunda ülkemizde net verilerden bahsetmemiz mümkün değildir (Ediger, 2013).

3.9.2.Yenilenebilir enerji kaynaklarına genel bakış

Yenilenebilir enerji, "doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı" olarak tanımlanıyor. Bugün yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, yakılınca biten ve yenilenmeyen enerji kaynaklarıdır. Oysa hidrolik (su),

güneş, dalga, rüzgar ve jeotermal gibi doğal kaynaklar yenilenebilir olmalarının yanı sıra temiz enerji kaynakları olarak karşımıza çıkıyor.

Tüm bu sıkıntıların farkına varan bilim insanlarımızdan biri olan Kadir Has Üniversitesi Öğretim üyesi Prof. Dr. Volkan Ediger, AA haber muhabirlerine yaptığı bir söyleşisinde "Hidrokarbon potansiyeli anlamında özellikle Akdeniz ve Karadeniz'den çok umutluyum. Metan hidrat denilen buz gazı Karadeniz'de, kaya gazı ise Güneydoğu Anadolu'da birçok yerde buluyor" dedi.

2020 yılında dünyada üretilen elektriğin yüzde 50'sinin yenilenebilir kaynaklardan olması planlanıyor. 2010 yılında kullanılacak elektrik enerjisinin yüzde 10'u ise rüzgardan sağlanacak. Bunun dışında dünyada pek yaygın olmayan başka yenilenebilir enerji kaynakları da bulunuyor. Dalga, med-cezir (gel-git), çöpten sağlanan metan gazı ve kanalizasyon ısısından da ısınma ve elektrik üretimi için enerji elde edilebiliyor. Doğaya saygılı enerji kaynaklarının kullanımı arttıkça, yeni enerji kaynakları konusunda yapılan araştırma faaliyetleri de artıyor. Kısacası ülke olarak yenilenebilir enerji üzerine çalışmalara hız verilmesi gereklidir (Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği, 2004).

Son zamanlarda biyokütleden enerji çalışmalarında yapılmaya başlanmıştır. Bitkiler büyürken, fotosentez sırasında atmosferden aldıkları karbondioksitin karbonunu bünyelerinde biriktirip biyokütleyi oluştururken oksijeni dışarıya veriyorlar. Bu bitkiler yakıldığında ise CO₂ yeniden atmosfere veriliyor. Bu nedenle biyokütle yakılmasına "sürdürülebilir biyokütle enerjisi kullanımı" adı veriliyor. Hızlı büyüyen bitkilerle enerji ormanları oluşturup, bir yandan yetiştirip diğer yandan yakarak elde edilecek buhardan elektrik üretimi yapılabilir. Bu konuda gerçekleştirilebilecek büyük bir potansiyel bulunuyor. Türkiye'nin enerji ormanları konusunda başlattığı pilot çalışmalar var (Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği, 2004).

3.10. Su Kirliliği ve Su Kirliliğinin Yarattığı Etkiler

Su, doğada bilinen en iyi çözücü olup aynı zamanda iyi bir taşıyıcıdır. Doğal halinde pek çok çözünmüş madde, katı parçacık ve canlı organizmalar içerirler. İnsanlar ve canlıların tümü yaşamsal ve ekonomik faaliyetleri nedeniyle suyu hidrolojik çevrim dediğimiz bir döngüden alır ve kullandıktan sonra çevrime geri verirler. Ancak kullanım esnasında veya uygulanan herhangi bir işlev nedeniyle suya karışan maddeler, suların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini değiştirirler ki, bu olay sonucunda suda

kirlilikler oluşur. Sözü edilen özellik değişimleri aynı zamanda sucul ekosistemlerin etkilenmesine, dengelerin bozulmasına ve giderek doğadaki tüm suların sahip oldukları özümleme (asimilasyon) ve kendi kendini temizleme kapasitesinin de azalmasına veya yok olmasına yol açabilir (Akkurt F vd., 2002). Su kirliliği, küresel olarak büyük bir sorun olduğu gibi, birçok ölüm ve salgın hastalık olaylarının nedeni olarak görülmektedir (Daniel, 2006 ve Larry 2006). Günde 14.000 insan doğrudan veya dolaylı olarak su kirliliğinin neden olduğu hastalıklar sonucunda yaşamını yitirmektedir (Larry, 2006). Buna ek olarak gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde görülen akut sorunların yanında, bu kirliliğin azaltılması için çalışmalar yapılmaktadır. Bugün dünyada yüzde olarak en çok kirli su havzasına sahip olan ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. Son zamanlarda yapılan ulusal bir araştırmada bu ülkedeki nehir havzalarının % 45'i, göl havzalarının % 47'si, liman ve haliçlerin % 32'si kirlenmiş durumdadır (EPA, 2007).

3.10.1. Su kirliliği kategorileri

Su havzalarındaki atık su kaynakları genellikle birbirinden farklıdır, ancak yine de aralarında bazı benzerlikler barındırırlar (USGS, 1998). Kaynaklarına göre su kirliliği, noktasal ve noktasal olmayan olarak iki farklı sınıfta incelenmektedir.

Noktasal kirlilik; bir su havzasının su borusu veya hendek gibi belli bir noktadan kaynaklanan atıklarla kirlendiğini gösterir. Bu tür kirliliğin kaynakları arasında bir arıtım tesisinden boşaltılan evsel atıklar, fabrika atıkları veya rögar taşkınları yer almaktadır. Noktasal kirlilik, ABD'deki Temiz Su Hareketi (CWA) tarafından yönetmelik uygulamaları kapsamında tanımlanmaktadır. CWA'nın noktasal kirlilik tanımı 1987 yılında belediye boyutundaki rögar taşkınlarını ve sanayi taşkınlarını da içerecek şekilde değiştirilmiştir.

Noktasal olmayan (NPS) kirlilik; belirli ve tek bir kaynağı olmayan, yayılmış durumdaki kirliliklere verilen addır. Bu tür kirliliğin nedeni, küçük oranda bazı kirletici maddelerin zamanla birikerek bir yerde yığılmasıdır. Bir tarım arazisinde gübrenilmiş alanlardan sızan ve zamanla biriken azotlu bileşiklerin oluşturduğu kirlilik en bilinen örnektir. Yine bir sel sonucunda kopan ve sürüklenen tarım ürünleri veya orman biyosferi de bu tür kirliliğe örnek olarak gösterilmektedir. Kimi zamanlarda sel suları veya taşkınların süpürdüğü parklar, caddeler, otobanlar, kentsel atık birikintilerine neden olur. Bu da çoğu zaman noktasal olmayan kirlilik adı altında incelenmektedir.

3.10.2. Su kirliliğinin nedenleri

Kirliliğe neden olan kirleticiler arasında farklı çeşitler barındıran kimyasal maddeler, patojenler, ısı değişimi gibi fiziksel veya duyuşal değişiklikler yer almaktadır. Yine kimi zamanlarda doğada ve suda doğal olarak var olan kalsiyum, sodyum, demir, manganez gibi minerallerin derişiminin aşırı artışı da kirlilik nedeni olarak görülmektedir. Oksijen tüketen maddeler arasında bitkiler gibi doğal unsurlar veya kimyasal maddeler gibi insan eli değmiş unsurlar yer alabilir. Diğer doğal veya yapay oksijen tüketici maddeler sudaki bulanıklığa neden olur. Bu da ışığı yansıtmayacağından çevredeki bitkilerin büyüme hızını yavaşlatır. Ayrıca bazı balık türlerinin solungaçlarının tıkanmasına neden olur (EPA, 2005). Suyun fiziksel kimyasında oluşan değişikliklerin nedenleri arasında asitlik (pH değişiklikleri), elektrik iletkenliği, sıcaklık ve alg birikimi yer almaktadır.

3.10.3. Tekstil endüstrisinin suda yarattığı kirlilik

Tekstildeki atık su hacmi ve bileşimi göz önüne alındığında tekstil endüstrisinin çevresel açıdan en “kirletici” endüstrilerden birisi olduğu görülmektedir. Tekstil endüstrisinin yaygınlaşması ile beraber artan su kirliliği beraberinde bazı arayışları getirmiştir. Klasik atık su arıtma yöntemlerinin tekstilde özellikle suyun rengini uzaklaştırmada ancak kısmi başarı sağlayabilmekte olması nedeniyle daha derin çalışmalar gerektiği fikrine varılmıştı (Aniş ve Eren, 1998). Atık suyun renginin giderilmesi rengi oluşturan kromoforların ve çift bağların oksidatif yollarla parçalanması ve böylece renksizleştirilmesi varılmak istenen amaçtır ve bu konuda ozonlama diğer tüm oksidatif metotlardan daha önde görünmektedir.

Atık sulardaki renk giderimi neden önemlidir? Çünkü atık suda kalan boyarmadde düşük bir toksisite gösterir ve ancak, aslında atık sulara uygulanan renk limitleri toksite kaygılarından değil estetik ve ticari kaygılardan doğmuştur. Bununla birlikte atık sudan nehirlere geçen rengin (yani atığın) gün ışığını filtrelemesi ve besin zincirinde kırılmalara neden olması da beklenen riskler arasındadır. Ancak bütün tekstil boyar maddeleri bu tarzda riskler oluşturmazlar. Boyar maddelerin yapıları, liflere bağlanma yetenekleri gibi özellikleri de farklılık göstermekte ve buna bağlı olarak ta arıtma işlemleri değişim gösterebilmektedir.

3.10.4. Ozonlama sonucu oluşan ürünler

Reaktif (CI Reactive Red 120) ve dispers (CI Disperse Red 354) boyarmaddelerle yapılan iki ayrı çalışmada ozonlama sonucu oluşan başlıca ürünler sülfat, nitrat, format ve oksalat olarak belirlenmiştir. (Neamtu ve diğ., 2004, Zhang ve diğ., 2004) Nitratın boyarmaddenin azo ve amino gruplarının oksidasyonundan, sülfat ise dispersatörün oksidasyonundan oluşmaktadır. (Neamtu ve diğ., 2004) Ayrıca banyo pH'larında ozonlama sonucu meydana gelen düşmelerin (Strickland ve Perkins, 1995, Neamtu ve diğ., 2004, Zhang ve diğ., 2004, Koch ve diğ., 2002) bu ürünlerin asit anyonları formunda olmalarından kaynaklandığı rapor edilmiştir. (Neamtu ve diğ., 2004, Koch ve diğ., 2002).

BOİ5:KOİ oranı biyobozunabilirliğin bir göstergesidir ve ozonlama sonunda bu oran artmakta, yani atık suyun biyobozunurluğu artmaktadır. (Sevimli ve Sarıkaya, 2002, Wu ve Wang, 2001, Koch ve diğ., 2002) Ozonlama sonucu oluşan ürünlerin toksitesini ölçmek amacıyla algler üzerinde test yapılmış ve oluşan ürünlerin alglere karşı toksik özellik göstermediği rapor edilmiştir. (Konsowa, 2003).

3.10.5. İçme suyunun nitelikleri

3.10.5.1. Bulanıklık:

Bulanıklık askıda katı madde içeren suların ışık geçirgenliğinin bir ölçüsüdür. Bulanıklığın nedeni; suyun içindeki askıda maddelerden, gözle görünecek büyük tortulara kadar her şey olabilir. Kum, kil, silis, kalsiyum karbonat, demir, mangan, sülfür vb. gibi maddeler bulanıklığa neden olurlar. Özellikle nehir sularında yüksek olan bulanıklık, yağmurlarla taşınan topraktan veya nehre karışan evsel-endüstriyel atık sulardan kaynaklanır. Ayrıca bu kirlenme sırasında organik maddeler kadar inorganik maddeler de suya karışır. Bu maddelerin bulunması suda bakteri oluşumunu destekler. Bakteri oluşumu da suda bulanıklığı artırır. Örneğin N,P gibi maddeleri kullanan algler büyüyerek suda bulanıklığa sebep olurlar. Aynı zamanda suda sıcaklık artışı da mikroorganizma faaliyetlerini hızlandırır ve sonuç olarak bulanıklığın nedeni tamamen inorganik maddeler olabileceği gibi doğadaki pek çok organik madde de olabilir (aqua-su). Sularda bulanıklık içme ve kullanma suyu temini için üç ana nedenle önemlidir;

Estetik yönden; içilen suyun mutlaka berrak olması istenir. Çünkü sudaki bulanıklık, canlı faaliyetlerinin olması ile veya muhtemel bir kirli su karışması ile

ilişkilendirilir ve sağlık tehlikesi mevcut olabilir. Bu nedenle içme sularında bulanıklık istenmez (aqua-su).

Filtrasyon; maliyeti bulanıklığın artmasıyla artar. Yüksek bulanıklık açık kum filtrelerini kullanılamaz hale getirebilir (yıkama süreleri kısılır maliyet artar). Yüksek bulanıklığı olan sularda kimyasal koagülasyonla bulanıklığa neden olan askıda maddeleri yumaklaştırarak kum filtrelerinde yakalayabiliriz (aqua-su).

Dezenfeksiyon; temizlemek amaçlı kullanılır. Etkili olabilmesi için dezenfektanın sudaki mikroplarla tam temasının sağlanması gerekir. Ancak özellikle kanalizasyon atıklarındaki patojenler sudaki katı maddelerin içine girerek dezenfektandan kurtulabilmektedirler. Bu nedenle içme suyu olarak kullanılacak sularda bulanıklığın düşük değerlerde olması istenir (aqua-su).

3.10.5.2. Renk:

Sularda renk; yapraklar, kozalaklı ağaç meyveleri, ağaç ve sebze artıkları gibi organik maddelerin suyla temasında çözünmeleriyle meydana gelir. Bu sular pek çok askıda madde ihtiva ederler. Suya renk veren hücreler; tannin, hümik asit ve hümattır (ligninin parçalanması ile). Bazen demir suda ferrik humat formunda bulunarak yüksek renk potansiyeli oluşturur. Doğal olarak renk içeren sular negatif değerlidir. Bu yüzden trivalent metalik iyonların (demir, alüminyum gibi) koagülasyonu ile renk arıtımı yapılabilir. Suların organik kirleticilerden kaynaklı rengine "gerçek renk" (true color) denir. Bunun dışında özellikle yüzey sularında askıda maddelerden oluşan renk gözlenebilir. Bu da "görünen renk" tir (aqua-su).

3.10.5.3. Koku ve tat:

Sudaki koku ve tat problemi pek çok faktöre bağlıdır. Bunlar; organik madde, canlı organizmal faaliyetleri, demir, mangan ve korozyonun metalik ürünleri, fenol gibi endüstriyel atık kirliliği, klorlama, yüksek mineral konsantrasyonu, çözülmüş gazlardır (aqua-su).

Genel olarak yukarıdaki faktörlere bağlı tat ve koku problemi içme ve kullanma suları için rahatsızlık vericidir. Bazı organik ve inorganik maddeler (aldehitler, ketonlar, sülfür içeren organik bileşikler, H₂S, CH₄ gibi gazlar) özellikle yeraltı, göl, su hazneleri, kanalizasyonlar gibi kapalı sistemlerde kötü kokuya sebep olurlar. Koku konsantrasyonunu ifade etmek için aşağıdaki terimler kullanılır (aqua-su).

ATC: Kesin Eşik Konsantrasyonu: İnsanların %100'ü tarafından algılanabilen minimum konsantrasyon.

TDN: Eşik Koku Numarası: Konsantrasyonu ATC'ye indirebilmek için yapılan seyreltme sayısı,

TLV: Eşik Limit Değeri: 40 yıllık çalışma hayatı içerisinde insanların günde 8 saat, haftada 5 gün, yılda 50 hafta maruz kalabildiği maksimum konsantrasyon.

M: Maksimum Müsaade Edilebilir Konsantrasyon: Asla aşılmaması gereken maksimum konsantrasyon.

Demir, mangan, potasyum, sodyum, çinko ve klorür gibi inorganik tuzlar tadılarak belirlenebilir. Organik maddelerden kaynaklanan tat ve koku aktif karbon filtrelerle alınabilir. Diğer koku ve tat problemleri klor, potasyum permanganat gibi oksidantlarla etkisiz hale getirilebilir (aqua-su).

3.10.5.4. Mikroorganizmalar

Mikroorganizmalar (bakteriler, virüsler, protozoalar vb.) son derece küçük organizmalardır. Bazıları konvansiyonel mikroskoplarda dahi gözükmezler. Yeryüzündeki bütün bakteriler 0,5 mikrondan büyüktür. Suda bulunan bazı mikroorganizmalar hastalık yapıcıdır (aqua-su). Aşağıda bazı mikroorganizmaların isimleri ve sebep oldukları zararlar Tablo 3.8'da kısaca açıklanmıştır.

Tablo 3.8. İçme suyunda bulunan bazı bakteriler (aqua-su).

Bakterinin İsmi	Sebept Olduğu Zararlar
Salmonella	Yiyecek zehirlenmeleri
Shigella	Bakteriyel dizanteri
Vibrio organizmalar	Kolera
Campylobacter bakterisi	Mide ve bağırsaklarda yaşar. Ülsera sebep olur.
Demir bakterisi	Boru korozyonu
Sülfür bakterisi	Suya çürük yumurta kokusu verir. Çok hızlı olarak korozyon oluşturur.
Actinomyetes	Suya koku ve tat verir.

Suda hastalık yapıcı bakteriler olup olmadığı sadece testle anlaşılabilir. Bu testlerin yılda en az bir kez tekrarlanması gerekir. Testin yapılacağı en iyi zaman

sonbaharın sonu ve yazın başlarıdır. Hastalık etkenleri olan yukarıda belirtilen mikroorganizmaların bakteriyolojik analizleri zordur. Bu yüzden gösterge indikatör mikroorganizmalar kullanılır. Bunlar; koliform bakterisi (özellikle E-koli olarak bilinen *E. coli*), *Streptococcus Faecalis*, *Clostridium Perfringens* sporları (aqua-su).

E-kolinin sulara bulunması, zararlı organizmaların varlığının bir işaretidir. Dışkıının 1 gr'ında 10⁸–10⁹ adet e-koli bulunur. Bu sebeple bir içme suyu kaynağı tahlil edildiğinde e-koli bulunmuşsa, bu suyun insan, memeli hayvan veya kuşların dışkılarıyla kirlendiği anlaşılır (aqua-su).

Sularda bulunan bazı parametreler: Azot (NH₃-N, Org-N, NO₂-N, NO₃-N); NH₃ (NH₄); NO₃ tür. Bunlardan **amonyak (NH₃)**; doğal sularda genellikle amonyum azotu (NH₄) halinde bulunur ki buna serbest veya tuz halindeki amonyak denir. Sularda amonyak, kimyasal ve fiziksel olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşur. Kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda oluşan amonyakın sağlığa zararı yoktur. Ancak mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşan amonyak organik madde kaynaklı olma ihtimali bakımından tehlikelidir. 0,5 ppm'den büyük değerlerde amonyak kirliliğin belirtisidir. **Nitrit (NO₂)**; içme suyunda kesinlikle istenmez. Güneş ışığı ve bazı bakteriler nitratları nitrite dönüştürür. **Nitrat (NO₃)**; azotlu organik bileşiklerin son yükseltgenme ürünleridir. Özellikle bebeklerde blue-baby denilen hastalığa neden olur. Vücudu morarmaya başlayan bebeklerde bu hastalık ölüme dahi neden olabilir. Nitratlar suya topraktan geçmiş olabilir. Fakat amonyak ve nitritten kaynaklıysa tedbir alınmalıdır. Çünkü nitritlerin mevcudiyeti suda kirlenmeyi ifade eder. Nitritler yüksek miktarda organik madde ile bulunursa daha büyük bir kirlenme söz konusudur. Amonyak ta bazı bakteri türlerinin çoğalmalarına sebep olur ki bunlar suya kötü koku verir. Bu azot türleri alıcı ortama aşırı miktarlarda verildiklerinde organizmalar tarafından kullanılırlar. Bu alıcı ortam içerisinde ötrofikasyona (alg patlaması sonucu oksijen azlığı) sebep olur. Biriktirme haznelinde alg patlamasını önlemek için hazneye giren N, P, C konsantrasyonlarını azaltmak ve ışığı kontrol etmek gerekir. Ayrıca haznedeki algleri çeşitli kimyasal maddelerle öldürmek de çözüm yollarından biridir. Ancak haznedeki canlı hayatı da göz önünde bulundurulmalıdır. Sularda azot giderme metodları şunlardır: Nitritfikasyon ve denitritfikasyon ile biyolojik tasfiye, damlatmalı filtrelerle tasfiye, yeraltı suyunun suni olarak beslenmesi veya kuyularla çekilmesi, kırılma noktası klorlanması, yüksek pH'da havalandırma, iyon değiştirme ve reverse-Osmosistir (aqua-su).

Sularda kirlenmeler sonucu oluşan katyonlar (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2}), anyonlar (HCO_3^- (bikarbonat), Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- (Nitrat), CO_3^{-2} (Karbonat), ağır metal iyonları (kurşun, civa, kadmiyum vb.), çözülmüş organik kimyasallar (pestisitler, herbisitler, trihalometan-THM, dioksin gibi), florür gibi maddeler bulunur ve küçük miktarlarda bile insan ve hayvanlar üzerinde toksik etki gösterirler ve özellikle THM ile dioksin kanser etkis oluştura bilirler. Yukarıda bahsedilen iyonlar, suda elektrik iletimini, metal yüzeyler için korozif etkiyi, yüksek konsantrasyonları ishal etkisi gösterebilir. Toplam çözülmüş katılar sadece reverse osmosis ve demineralizasyon prosesleri ile uzaklaştırılabilir. Sularda bulunan florür için tavsiye edilen değer 1mg/Lt, dir. Bu değer dişler için faydalı olduğu ve diş çürümelerini azalttığı bilinmektedir. Bunun yanında yüksek miktarlarda florür içeren suların insan sağlığına verdiği zararlar araştırmalarla ispatlanmıştır. Örneğin; 9 yaşın altındaki çocuklarda yapılan bir araştırma, 2 mg/lt florür içeren suyun dişlerde kahverengi lekeler bıraktığını, 4mg/lt florür içeren suyun ise kemik bozukluklarına sebep olduğunu göstermiştir. Bu durumda araştırma sonuçlarına göre 1mg/L'den fazla florür bulunan sular arıtılmalıdır. Bu nedenle içme sularında florür arıtılmalıdır. **Florür arıtma yöntemleri ise;** reverse osmos, alüminyum sülfat, magnezyum veya kalsiyum fosfat gibi kimyasallarla arıtım ve aktif karbon, aktif alüminyum oksidi, granüler trikalsiyum fosfat yatakları veya iyon değiştirici reçinelerle süzme işlemidir. Sularda bulunan bazı kimyasalları inceleyerek; **Silis (silikondioksit) SiO_2** ; pek çok suda silis SiO_2 bulunmaktadır. Bu çok doğaldır çünkü doğada en çok bulunan element silikondur (Si). Silisin içme sularında büyük bir sakıncası yoksa da kazan besleme suyu için zararlıdır. Çünkü silikat (SiO_3) kazan taşları oluşturur ki bu da kazan taşları içinde en tehlikeli olandır, Bu taşların kalsiyum sülfat ve kalsiyum karbonattan oluşan taşlara nazaran ısı transfer kabiliyeti 10 kat daha azdır. Sert ve camsı bir mineraldir. Kum, kuartz, kumtaşı ve pranit gibi çeşitli formlarda bulunur. Aynı zamanda, pek çok bitki ve hayvanın iskelet yapısında da bulunmaktadır (aqua-su).

Silikat; silikon ve oksijen ile kombine olmuş, alüminyum, kalsiyum, magnezyum, demir, potasyum, sodyum vb, metal bileşikleridir. Silikatlar tuzlarda olduğu gibi sınıflandırılır. Silikatlar; asbest, mika, talk pudrası gibi çeşitli gruplara ayrılır. Kolloid ve kristaloid halde bulunabilirler. Kolloid halde iken koagülasyon+filtre prosesleri ile arıtılabilirler. Kristaloid halde bulunduğu ise kimyasal ve fiziksel arıtımı zordur (aqua-su).

Klorür; tüm doğal veya kullanılmış sulara çok yaygın bir şekilde bulunan iyon türüdür. Sulara yeraltı formasyonlarından çözünme yolu ile ya da tuzlu-tatlı su girişimleri sonucu katılabilir. İnsan üriğinden günde kişi başına ortalama 6 gr kadar klorür atılmaktadır. Klorürün normal konsantrasyonlarında bir sağlık sakıncası yaratmadığı bilinmektedir. Ancak 250 mg/L'den yüksek konsantrasyonlarda tuz tadı oluşmaktadır. Klorür suyun iletkenliğini artırdığı için korozyonu kolaylaştırır. Konsantrasyonların yüksek olduğu sulara klorür; tat, korozif eğilim ya da yumuşatma prosesine ters etki ile varlığını gösterir (aqua-su).

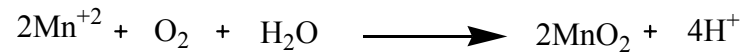
Sülfat (SO_4^{-2}); çevre sularına doğal yollardan karışan en önemli iyonlardan biridir. Bütün doğal sulara değişen miktarlarda sülfat bulunur. Bazı endüstriyel atık suların sülfat muhtevası fazladır ve doğal sulara karıştıklarında onların da sülfat miktarını artırır. Sülfür (S(-II)) bileşikler, çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksite ve korozyon gibi problemleriyle önemli kirletici durumundadırlar. Suda yüksek sülfatın anlamı; yüksek sertlik, yüksek sodyum tuzu ve yüksek asiditedir. Sodyum sülfat ve magnezyum sülfat, insanlarda müshil etkisi gösterdiklerinden 250 mg/L üst sınırla sınırlandırılmıştır. Hayvanlar için ise bu sınır 1000 mg/L olarak belirlenmiştir. Bunun yanında sülfatlar suya acımsı tat verirler. Sülfatlar, kazan sularında CaSO_4 ve MgSO_4 çökeltileri oluşturduğundan, bu tip sulara çok düşük miktarlarda tutulmalıdırlar (aqua-su).

Evsel atık suların uzaklaştırdığı beton kanallarda, anaerobik koşulların oluşması ve bakteri faaliyetleri ile SO_2^{-2} H_2S 'e dönüşür. H_2S kanalın üst bölümünde toplanır ve rutubetle birleşerek H_2SO_4 oluşturur. Bu olay borularda korozyonun ve parçalanmasında en büyük sebebidir. Sülfatlar çimento ile birleştiklerinde de büyük kristallerin meydana gelmesine ve bu nedenle borunun şişmesine ve parçalanmasına sebep olurlar. Korozif etkisinin izlediği konsantrasyon 100–250 mg/lt olarak belirlenmiştir. Sülfat arıtım yöntemleri reverse osmosis, distilasyon, oksidasyon veya anyon değiştirici olarak sayılabilir (aqua-su).

Demir ve mangan; demir ve mangan yeraltı sularında hemen her zaman, yüzeysel sulara ise yılın bazı aylarında yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları nedeniyle içme ve kullanma suları bakımından sorun yaratmaktadırlar. Demir ve mangan (mangan) suda çözünmeyen (Fe^{+3} ve Mn^{+4}) ile çözünen (Fe^{+2} ve Mn^{+2}) hallerinin her iki şeklinde de bulunmaktadır. İki değerlikli demir ve mangan, genellikle yeraltı sularında bulunur. Gerçekte demir doğal sulara şu şekilde bulunur;

- Çözünür Ferrous iyonları
- Ferrik iyonları (asidesi yüksek sularda çözünür),
- Ferrik oksit
- Organik bileşiklerde kombine halde veya demir bakterileri bünyesinde (aqua-su).

Su hava ile temas ettiğinde CO₂ havaya karışırken moleküler oksijen suya karışır. Oksijen ferrus (Fe⁺²) iyonlarını oksitleyerek Fe⁺³'e dönüştürür. (Fe⁺³) iyonları da serbest hidroksil (OH⁻) iyonlarıyla reaksiyona girerek ferrik hidroksit'i [Fe(OH)₃] oluşturur. Bu bileşik çözünmez jelatinimsi bir yapıya sahiptir ve bulunduğu yüzey üzerinde birikimler yapar. Aynı şekilde Mn⁺² iyonları da Mn⁺ 'e dönüşürler (aqua-su).



Demir ve manganın yüksek konsantrasyonlarda olması, su iletim hatlarında demir bakterilerinin çoğalmasına neden olur. Bu bakteri kütleleri suya kırmızı - kahverengimsi renk verirler. Ayrıca borularda biriken bakteriler zamanla tutunduğu ortamdan koparak suyun kirlenmesine sebep olur. Demir ve mangan bakterilerine örnek olarak crenotrix, gallionella, leptothrix verilebilir. Su borularının iç cidarlarında birikerek kesit daralmasına ve tıkanmalara yol açarlar. Aynı zamanda çamaşır, kumaş ve porselen eşya üzerinde leke bırakırlar. Demir kahverengimsi, mangan gri-siyah lekeler yapmaktadır. Bu özellikleriyle demir ve mangan konsantrasyonları yüksek sular; kağıt, deri, dokuma, plastik, gıda gibi sanayilerde kullanıldıklarında ürünün renk ve tadında değişmelere sebep olduklarından istenmezler (aqua-su).

3.10.5.5. pH

Suyun asitlik veya bazlık durumunu gösteren logaritmik bir ölçüdür. Çözeltide bulunan H⁺ iyonu konsantrasyonunu ifade eder. Saf su H⁺ ve OH⁻ iyonları açısından dengededir ve pH değeri 7'dir. pH, H⁺ iyonlarının elektrik potansiyellerine bağlı olarak veya renk indikatörleri (örn; fenolftalein) ile ölçülebilir. pH<7 ise ortam asidiktir, pH>7 ise ortam baziktir. pH değeri, su temininde, kimyasal koagülasyon, dezenfeksiyon, sertlik giderme ve korozyon kontrolü gibi işlemlerde önem taşır. TS-266'ya göre, içme sularında pH 6,5–8,5 tavsiye edilen değerdir (aqua-su).

3.10.5..6. Sertlik

Sertlik, su içinde çözülmüş (+2) değerlikli iyonların (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} vb.), varlığının sonucudur, Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları doğal sularda diğer iyonlardan daha fazla bulduklarından, çoğunlukla sertlik, Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı olarak ifade edilir. Diğer iyonlar genellikle kompleks formda oldukları için sertliğe fazla bir katkısı olmaz. Bir suyun sertliği, sabunu çökeltme kapasitesinin ölçüsüdür. Sabun suda yaygın olarak kalsiyum ve magnezyum iyonları ile çökeltir. Diğer bazı metallerin iyonları da (Al, Fe, Mn, Sr, Zn) sabunu çöktürmekle beraber bunlar genelde kompleks formda oldukları için sertliğe fazla katkısı olmaz (aqua-su). Sular sertlik derecelerine göre, aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler:

Tablo 3.9 Sertlik verileri (aqua-su).

Toplam Sertlik (mg CaCO_3/Lt)	Sınıflandırma
0-75	Yumuşak su
75-100	Orta sertlikte su
100-300	Sert su
>300	Çok sert su

Sertlik yaratan maddelerin, eşdeğer kireç türlerinin karşılıklarına göre tanımlanmış sertlik dereceleri, genellikle Fransız, Alman ve İngiliz sertlik dereceleri cinsinden ifade edilir. Sertlik derecelerinin çevrim değerleri tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.10 sertlik dereceleri dönüşümleri (aqua-su).

1E = 14,3 mg/lit CaCO_3 İngiliz Sertlik Derecesi
1D = 17,8 mg/lit CaCO_3 Alman Sertlik Derecesi
1F = 10,0 mg/lit CaCO_3 Fransız Sertlik Derecesi

Tablo 3.11 Sertlik dereceleri (aqua-su).

Çarpma faktörleri	Alman ($^{\circ}\text{D}$)	Fransız ($^{\circ}\text{F}$)	İngiliz ($^{\circ}\text{E}$)	Milival (mval)
$^{\circ}\text{D}$ için	1	1,79	1,25	0,357
$^{\circ}\text{F}$ için	0,56	1	0,7	0,200
$^{\circ}\text{E}$ için	0,80	1,43	1	0,285
Mval için	2,80	5,00	3,5	1

Sertlik artışı, suyun iletkenliğinin de artmasına sebep olur. Su içerisindeki sertlik giderilirse; sabun ve deterjan sarfiyatı azalır, korozyon kontrolüne yardımcı olunur, taşlaşmanın önüne geçilir. Sertlik gidermek için de şu yöntemler kullanılır.

- Kireç-soda yöntemi
- Sodyum hidroksit ile muamele
- Sodyum sülfatla yumuşatma
- İyon değiştirme (aqua-su).

3.10.6. Sularda arıtma yöntemleri

Zararlı mikroorganizmaların giderilmesinde, yani dezenfeksiyonunda çeşitli yöntemler kullanılır. Klorlama, ozonlama, UV ile arıtım yöntemleri ve destilasyon yöntemi vardır. Klorla arıtım tek ve çift adımlı olmak üzere iki aşamalı olabilir. Bunlara değinecek olursak; **klorla arıtım (tek adımlı yöntem) yönteminde** klor konsantrasyonu 1mg/lt olacak şekilde ayarlanır. Burada su tüketime sunulmadan önce yaklaşık 35 dk. temas süresi sağlanmalıdır. **klorla arıtım (iki adımlı yöntem) yönteminde** 5–10 mg/lt olacak şekilde dozlama yapılır ve fazla klor aktif karbon filtre ile alınır. **Ozonla arıtım yönteminde**, ozonun suya enjeksiyonu yapılır. Özellikle ciddi derecede kirlenmiş sularda bu yöntem kullanılır. Örneğin, Tekstil boyahanelerinde oluşan renkli atık suyun bazı boyarmaddeler takdirinde toksik özellik göstermesi riskinin yanında estetik kaygılardan dolayı da renginin uzaklaştırılmasına çalışılmaktadır. Atıktaki renk geleneksel arıtma metotları ile ancak kısmi olarak uzaklaştırılabilmektedir. Kuvvetli bir oksidan olan ozon yardımı ile atık suyun sadece rengi uzaklaştırılmamakta aynı zamanda organik kirlilik miktarı da azaltılmaktadır. Bu çalışmada pH, sıcaklık, mekanik hareket, atıksu bileşenleri ve ozon dozu gibi proses parametrelerin ozonlamaya etkisi ve ozonlamanın renk ve organik kirlilik giderimindeki etkinliği literatür araştırması şeklinde incelenmiştir. Araştırma sonucunda nötrden ziyade düşük ve yüksek pH'larda ve yüksek mekanik hareket altında ozonlama hızının arttığı, boyama yardımcı kimyasallarının ozonlama verimini düşürdüğü görülmüştür. **Ultraviole ile arıtımda**, su ultraviole cihazından geçirilir ve ultraviole ışığı bakteriler zararsız hale getirilir. **Distilasyonda ise** su kaynatılır (aqua-su).

Yukarıda anlatılan sistemlerin hiçbiri mükemmel değildir. Her birinin avantaj ve dezavantajları bulunur. Örneğin ozon kuvvetli bir dezenfektan olması ve hızlı etki

etmesine karşın son derece kararsız bir bileşiktir. Bunun yanında üretiminin pahalı olması gibi de bir mahsuru vardır. Ultraviole de etkisi hızlı dezenfeksiyon araçlarındandır. Klor kuvvetli ve ozona kıyasla daha kararlı bir dezenfektandır ancak suya koku ve tat verir. Bu koku ve tat aktif karbonla alınabilir. Klor etkisini, su gerçek anlamda kullanılmaya kadar sürdürür. Ozon ve ultraviolede bu tür bir etki söz konusu değildir. Bu yüzden ultraviole üniteleri kısa hatlarda ve genelde depo çıkışlarında kullanılır. Distilasyonda ise enerji maliyeti çok yüksek olduğundan ekonomik değildir(aqua-su).

3.11. Bursa Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi Laboratuvar Faaliyet Alanı

Laboratuvar işletme binası bünyesinde 40 m²'lik bir alanda 1997 yılında kurulmuş olup, 1998 Ocak ayı itibariyle her türlü su, atık su ve katı atık analizlerini yapabilir hale gelmiştir. İlgili yönetmeliklere göre sızıntı suyu, yeraltı suyu ile katı atık analizleri yapılmak suretiyle kontrol ve izleme çalışmaları sürdürülmektedir. Laboratuvar 2007 yılında elektriksel iletkenlik, pH, bulanıklık, askıda katı madde (AKM), çökelebilen katı madde (ÇKM), çözülmüş oksijen (DO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) ve klorür olmak üzere toplam sekiz parametre için Çevre Orman Bakanlığı Çevre Analizleri Ön Yeterlilik Belgesini almış olup, ileriye dönük yeterlilik belgesi çalışmaları da planlamaktadır. İdare, laboratuvarın özel sektör tarafından şartname dökümanında tariflendiği şekilde işletimini sağlamak üzere bir kontrol mühendisi, bir laboratuvar sorumlu mühendisi görevlendirmektedir. İdarenin haricinde laboratuvar ekibi 1 Kimyager ve 1 laboranttan oluşmaktadır (BUSKİ).



Şekil 3.31 Su analiz laboratuvarı.

İdare tarafından hazırlanan yıllık kontrol ve izleme planı doğrultusunda;

- Süzüntü suyu
- Yeraltı suyu
- Yüzeysuyu ve
- Katı atık analizleri yapılmaktadır.

Her ayın sonunda yapılan analizler, ilgili yönetmeliklere bağlı olarak değerlendirilerek, aylık değerlendirme raporu haline getirilmektedir (BUSKİ).

3.11.1. Süzüntü suyu analizi

Laboratuvarın faaliyete geçtiği tarihten buyana yapılan analizlerle süzüntü sularının niteliği kayıt altına alınmaktadır. Arıtma tesisi giriş ve çıkışından haftada bir; atık depolama işlemine kapatılmış olan vadilerin çıkışından üç ayda bir; araç su boşaltma yerinden yılda iki kez süzüntü suyu numunesi alınır. Bu numunelerin de 18.06.2009 tarih ve 309 No'lu meclis kararı ile yayımlanan Buski Genel Müdürlüğü Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği hükümlerine göre analiz yapılmaktadır (BUSKİ).

Süzüntü suyu analizi için 3 farklı numune hazırlama metodu kullanılmaktadır:

- Numuneyi kirlilik ve ölçüm yapılacak kit aralığına uygun seyreltme ile doğrudan çalışma (1 no'lu çalışma).
- Numuneyi santrifüj edip 0,45 µm porlu süzgeç kağıdı ile süzüp, süzülen numunedan % 10'luk (gerekirse daha farklı seyreltme yapılarak) çözelti hazırlayarak çalışma (2 no'lu çalışma).
- Numuneye nitrik asit ilavesi yaparak, yüksek ısıda parçalama yöntemi ile numune hazırlama (3 no'lu çalışma).

1 Nolu çalışma ile; KOİ, BOİ, iletkenlik, AKM, NH₄-N, toplam N, pH, toplam siyanür, toplam fosfor analizleri yapılır.

2 Nolu çalışma ile; florür, klorür, sülfat, sülfür analizleri yapılır.

3 Nolu çalışma ile; demir, bakır, çinko, kurşun, toplam krom analizi yapılır (BUSKİ).

3.11.2. Boşaltma suyu analizi

Kent Katı Atık Depolama Alanına gelen çöp kamyonlarının su boşaltma haznelerinden haziran ve eylül aylarında üç ayrı bölgeden üç ayrı numune alınmaktadır.

Alınan süzöntü suyu numunelerinde BOİ, AKM, ÇKM, pH KOİ analizleri yapılmaktadır (BUSKİ).

Tablo 3.12 Atık su parametreleri (BUSKİ).

Parametre (mg/Lt)	İzin Verilen Üst Değer
Askıda Katı Madde (AKM)	350
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	800*
Sıcaklık	40
pH	6-9
Toplam Azot	75
Yağ ve Gres	100
Toplam sülfür ve kadmiyum	2
Bakır, bor, antimon, arsenik, kurşun	3
Civa	0,2
Çinko, gümüş, kalay, nikel ve toplam krom	5
Demir, fenol, serbest klor, toplam siyanür, toplam fosfor, alüminyum	10
Florür	15
Sülfat	1000
Anyonik yüzey aktif maddeler (deterjan)	Biyolojik olarak parçalanması, TSE'ye uygun olmayan maddelerin boşaltımı yasaktır.

*BUSKİ, 07.12.2005 tarih ve 344 no' lu kararı ile aylık çıkış KOİ üst sınırını ortalama 3000mg/L ve en yüksek ardışık 3 günlük sınır değerini de ortalama 3200mg/L olacak şekilde değiştirmiştir.

3.11.3. Yeraltı suyu analizi

Düzenli depolama alanlarında temel prensip depo tabanının geçirimsizliğini sağlayarak yeraltı sularının kirlenmesini önlemektir. Bu nedenle açılan yeraltı suyu gözlem kuyuları ile yeraltı suyunda herhangi bir nedenle kirlenme meydana gelip gelmediği, gelmişse kirlenmenin seviyesi tespit edilmeli ve kontrol altında tutulmalıdır (BUSKİ). rehabilite edilen Demirtaş eski çöp döküm alanında 10 nolu kuyudan üç ayda bir alınan numuneler için de izleme çalışması yapılmaktadır (BUSKİ).

Tablo 3.13 Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (BUSKİ).

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Fiziksel ve inorganik parametreler				
➤ Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
➤ pH	6,5–8,5	6,5–8,5	6–9	6–9
Çözünmüş Oksijen (mgO ₂ /L) ^a				
➤ Oksijen doygunluğu (%) ^a	8	6	3	<3
➤ Klorür iyonu (mgCl ⁻ /L)	90	70	40	<40
➤ Sülfat iyonu (Mg SO ₄ /L)	25	200	400 ^b	>400
➤ Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	200	200	400	>400
➤ Nitrit azotu (mgNO ₂ ⁻ -N/L)	0,2 ^c	1 ^c	2 ^c	>2
➤ Nitrit azotu (mgNO ₂ ⁻ -N/L)	0,002	0,01	0,05	>0,05
➤ Toplam fosfor (mg P/L)	0,02	0,16	0,65	>0,65
➤ Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
Organik Parametreler				
➤ Renk (Pt- Co birimi)	5	50	300	>300
➤ Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	>250
➤ Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	>70
➤ Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	>20
➤ Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	5	8	12	>12
➤ Toplam organik karbon (mg/L)	0,5	1,5	5	>5
➤ Yağ ve gres (mg/L)	0,02	0,3	0,5	> 0,5
➤ Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0,05	0,2	1	> 1,5
➤ Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0,002	0,01	0,1	> 0,1
➤ Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0,02	0,1	0,5	>0,5
➤ Toplam pestisid (mg/L)	0,001	0,01	0,1	> 0,1
➤ Bor (µg B/L)	1000 ^c	1000 ^c	1000 ^c	>1000
➤ Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	>20
➤ Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	<2000
➤ Alüminyum (mg Al/L)	0,3	0,3	1	>1
Radyoaktivite (pCi/L)				
➤ Alfa-aktivitesi	1	10	10	>10
➤ Beta-aktivitesi	10	100	100	>100
Bakteriyolojik Parametreler				
➤ Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	>2000
➤ Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	>100000

Gözlem kuyularından numune alma aparatı ile anlık numune alınmakta, laboratuara getirilen numuneler içindeki kaba partiküller 0,45 µ porlu süzgeç kağıdından süzülmekte ve analize tabi tutulmaktadır. Numunenin süzülmemiş şekli ile pH, çözülmüş oksijen, oksijen doygunluğu, sıcaklık, BOİ ve iletkenlik parametreleri ölçülürken, süzildükten sonra sülfat iyonu, klorür iyonu, amonyum azotu, nitrit azotu, toplam fosfor, KOİ, fenolik maddeler, kurşun, bakır, krom, çinko, florür, demir ve toplam siyanür parametreleri ölçülmektedir (BUSKI).

3.11.4. Katı atık analizi

Kent Katı Atık Depolama Alanı'na ilk defa üretim atığı getirecek olan atık üreticisinden dilekçe ile müracaat etmesi ve atık türünü beyan etmesi istenmektedir. Beyan edilen atık türü, idare tarafından atık kabul ve denetim prosedürü doğrultusunda değerlendirilmektedir. Döküm yerinde yapılan tespitlerde şüphe duyulan veya kontrol ve izleme planı doğrultusunda analiz yapılacak olan atıklardan, biri şahit olmak üzere 3 adet numune alınmakta biri firmaya verilmekte, biri mühürlenerek şahit numune olarak saklanmakta, üçüncü numunenin ise laboratuarda doğrulama testi amaçlı analizi yapılmaktadır. Atık analizleri eluat hazırlanmak suretiyle yapılmaktadır. 100 gr kuru ve toz haline getirilmiş numuneye 1 lt saf su ilave edilerek, eluat cihazında 24 saat boyunca dakikada bir tur 360° dönerek numunenin tamamen homojen hale gelmesi sağlanmaktadır. Bu işlemde katı atıktaki mevcut ağır metallerin suya geçtiği varsayılmaktadır. Çalkalanan su 0,45 µ porlu süzgeç kağıdı ile süzülmemektedir. Süzülen berrak ve tortusuz su, analize tabi tutulmaktadır. Analiz sonuçları, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Ek 2-B'ye göre değerlendirilmekte ve raporlandırılmaktadır (Bursa BŞB).

Numune alınan atığın ilgili yönetmeliklere göre tehlikeli atık olduğu belirlenmesi halinde alana kabul edilmeyerek, atık üreticisine uyarı yazısı yazılmakta, akredite bir laboratuardan alınmış atık analiz raporu istenmektedir. Akredite bir laboratuardan alınmış atık analiz raporu ile ilgili yönetmeliklere göre tehlikeli atık olduğu belirlenen atıklar, alana kabul edilmeyerek tehlikeli atık geri kazanım ve/veya bertaraf tesislerine gönderilmek üzere yönlendirilmesi amacıyla atık üreticisine uyarı yazısı yazılmaktadır Söz konusu durumun tekrar edilmesi halinde İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'ne resmi yazı ile durum bildirilmektedir. Yapılan analizlere ilişkin hizmet bedeli atık

üreticisinden resmi yazı ile talep edilmekte, tahsilatı gelir tarifesi doğrultusunda Mali Hizmetler Dairesi Başkanlığın' nca yapılmaktadır (Bursa BŞB).

3.11.5. Tehlikesiz atıkların düzenli depolanabilme kriterleri

Sınır değerler, reaktif olmayan ve kararlı tehlikeli atıklarla birlikte aynı lotta depolanacak olan tehlikesiz atıklar için belirlenmiştir. Bu tehlikesiz atıklardan II. sınıf depolama tesisine teste tabi tutulmaksızın kabul edilecek atıklar evlerden veya ticari yerlerden ayrıştırılarak toplanmış belediye atıkları bu tesiste depolanır. II. sınıf depolama tesisleri için sınır değerler ise Tablo 3.15 ve 3.16'da verilmiştir. Bu sınır değerler, reaktif olmayan ve kararlı tehlikeli atıklarla birlikte aynı lotta depolanabilen granüler tehlikesiz atıklara uygulanır. Granüler atıklar, tüm monolitik olmayan atıkları içerir. (Bursa BŞB).

Tablo 3.14 Eluet testi sınır değerleri (Bursa BŞB).

Parametre (mg/lt)	Sınır Değer
As (Arsenik)	0,2
Ba (Baryum)	10
Cd (Kadmiyum)	0,1
Cr toplam (Toplam krom)	1
Cu (Bakır)	5
Hg (Civa)	0,02
Mo (Molibden)	1
Ni (Nikel)	1
Pb(Kurşun)	1
Sb (Antimon)	0,07
Se(Selenyum)	0,05
Zn (Çinko)	5
Klorür	1500
Florür	15
Sülfat	2000
ÇOK (Çözünmüş organik karbon) ^(a)	80
TÇK (Toplam çözünen katı) ^(b)	6000

Tablo 3.15 Granüler tehlikeli atıklarda sınır değerleri (Bursa BŞB).

Parametre	Sınır Değer
TOK (Toplam Organik Karbon)	%5 ^(c)
pH	≥ 6

Burada Eluat testi değerleri, sıvı/katı oranı (L/S) 10lt/kg alınarak hesaplanır

Tablo 3.14 ve 3.15'te (a) ÇOK sınır değeri atığın kendi pH değerinde sağlanamıyorsa, pH 7,5–8 değerinde test tekrarlanır ve sınır değerin aşılmadığı tespit edilir. Sınır değer aşılmıyorsa; ÇOK değerinin kabul kriterlerine uygun olduğu kabul edilir. (b) Toplam özünmüş katı madde değerleri (TK), sülfat ve klorür değerlerine alternatif olarak kullanılabilir. (c) Atığın kendi pH değerinde veya pH 7,5 ile 8 arasında ÇOK değerinin 80mg/lt olması kaydı ile Bakanlık tarafından daha yüksek bir değer kabul edilebilir (Bursa BŞB).

3.11.6.öp suyu arıtma tesisine ait bazı görseller



(a)

(b)

Şekil 3.32 (a) Süzüntü suyu toplama deposu, (b) oksijen takviye sistemi.



(a)

(b)

Şekil 3.33 (a)Aerobik tank sistemi, (b) fakültatif tank sistemi.



Şekil 3.34 (a) Son biriktirme ve deşarj tankı, (b) ardışık kesitli tank sistemi.



Şekil 3.35. Oksijen metre ve ardışık kesitli tank.

3.12. BUSKİ Atıksu Arıtma Tesisleri

3.12.1. Merkezi atıksu arıtma tesisleri

Doğu ve Batı Atıksu Arıtma Tesisleri, Bursa şehrimizin Doğu ve Batı atıksu havzası ile toplanan kentsel atıksuların Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ile AB standartlarında istenen değerlere uygun hale getirilerek alıcı ortama deşarjı ile yüzeysel su kaynaklarına verilen kirliliğin önlenmesi amacıyla yapılmıştır. Kent Katı Atık Depolama Alanı Süzüntü Suyu Arıtma Tesisi, Bursa kentinin katı atıklarının depolandığı KKADA'ndan kaynaklanan süzüntü sularının toprağı, yeraltı suyunu ve yüzeysel suları kirlletmesini önlemek amacıyla yapılmıştır.

Bursa Doğu AAT, 240.000 m³/gün Batı AAT 87.500 m³/gün kapasiteli olarak çalışmaktadır. İleri biyolojik arıtma proseslerinin uygulandığı tesisler olup, azot ve fosfor giderimi de gerçekleştirilmektedir. Ön arıtma kısımları 1998 yılında işletmeye alınan her iki tesisin Nisan 2006'da ileri biyolojik arıtma üniteleri tamamlanarak işletmeye alınmıştır. Tesislerde atıksu kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu ve terfi merkezinden oluşan ön arıtma tesislerinden geçerek biyolojik arıtmanın gerçekleştiği

selektör, anaerobik tank, havalandırma tankları (aerobik ve anoksik kısımlardan oluşmaktadır). Biyolojik arıtımı gerçekleştiren atıksu çöktürme tanklarında su ve çamur fazına ayrılarak, tankın üst kısmından arıtılmış su toplanarak alıcı ortama verilir. Tankın tabanında biriken çamur toplanarak biyolojik arıtmanın başına aşı çamuru olarak verilir. Sistemde oluşan fazla çamur ise çamur susuzlaştırma ünitelerinde işlenerek tesis içindeki kontrollü ve düzenli alanlarda depolanır.

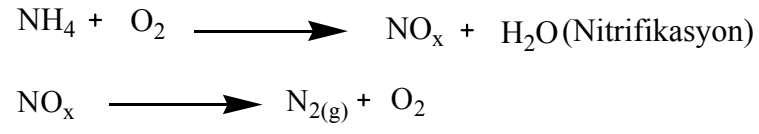
KKADA Süzüntü Suyu Arıtma Tesisi (AT), Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilen Katı Atık Depolama Alanında bulunmaktadır. KKADA, iki etapta gerçekleştirilecektir. Tesis iki aşamalı olarak 2020 yılı 500 m³/gün çöp süzüntü suyunun arıtılmasına hizmet edecek kapasitede projelendirilmiştir. Tesisle ilgili bazı görseller 3.18'de mevcuttur. Bu tesisin birinci aşaması, 2004 yılında tamamlanmış, işleme alınmıştır. Tesiste süzüntü suyu terfi merkezi ile aerobik havuzlara daha sonra fakültatif havuzlara ve en son kesikli reaktörlere alınarak biyolojik arıtmaya tabii tutulur. Arıtılan süzüntü suları özel olarak yapılmış 2500 m deşarj hattı ile Geçit Atıksu Terfi Merkezine iletilir. Bu terfi merkezi de kentsel atıksular ile beraber arıtılmış çöp süzüntü suyunu Batı AAT'ne iletir. Tesiste oluşan fazla çamur susuzlaştırılarak Hamitler Düzenli Çöp Deponi Sahasında depolanır.

Özetle; Bursa Atık su AT'inde biyolojik arıtma uygulanmaktadır. Arıtmanın hiçbir aşamasında kimyasal işlem gerçekleştirilmemektedir. Elde edilen atık çamurun birbirini tamamen tutması ve dağılmaması için polielektrolit denen bir kimyasal ile karıştırılıp öyle sıkma işlemine tabi tutulmaktadır. Atık olarak gelen su arıtma işlemine başlarken şu aşamalardan geçmektedir: İlk önce ön arıtma depolarında su içinde bulunan büyük parçalar ayrıştırılır daha sonra su iki kademeli olarak arıtma pompalarında taşınır. İkinci kademe arıtma pompasındaki temel amaç suyun üst kademeler taşınmasını sağlamaktır. Taşınan su bardenfo olarak adlandırılan sisteme geçmektedir. Bu sistem beş aşamalı tank sistemiyle çalışır:

- Anaerobik Tank
- Birinci Anoksik Tank
- Birinci Aerobik Tank
- İkinci Anoksik Tank
- İkinci Aerobik Tank

Anaerobik tankların amacı bakterinin bünyesinde bulundurduğu fosforu ve azotu suya bırakmasını sağlamaktır. Oksidasyon tankı ise ortama giren oksijen nedeniyle

bakterinin ortamdaki fosfor ve azotun daha fazlasını (yaklaşık iki katını) geri alması sağlamaktır. Tesis oksijen ihtiyacını direkt havadan bloverler aracılığı ile sağlamaktadır (Blover=Hava kompresörü). Su kaybı yaşamamak ve yerden tasarruf etmek için mevcut çamurun tamamen susuzlaştırılması adına yapılan işlemler sonucunda çamur kireçleme tankında kireçlendirildikten sonra altı sızdırmaz yapılı mebranlar ile kaplı lagünlere dolduruluyor. Bursa Doğu Atıksu bünyesinde şimdilik 7 tane lagün mevcuttur. Bu aşamada gerçekleşen reaksiyonlar:



Mevcut tesis ile ilgili bazı özel görüntüler aşağıdadır.



Şekil 3.36 Ön arıtma tankı.



Şekil 3.37 (a) birinci kademe arıtma pompası, (b) ikinci kademe arıtma pompaları.



Şekil 3.38 Anaerobik tanklar.



Şekil 3.39 Oksijen takviye ve depo sistemleri.



Şekil 3.40 Membran biriktirme havuzları.



Şekil 3.41 Son çöktürme ve deşarj havuzları.



Şekil 3.42 Çamur ayırma ünitesi.



Şekil 3.43. Santrifüj makinası.



Şekil 3.44 Santrifüj makinası (alt çalışma sistemi).



Şekil 3.45 Çamur kireçlenme tankı.



Şekil 3.46 Son deşarj üniteleri



(a)

(b)

Şekil 3.47 (a) yedek depolama tankı, (b) yedek deşarj tankı.

Tesisteki yedek depo ve tanklar afet ve sel durumlarında devreye girmesi ve tesisin sıkıntı yaşamaması için inşa edilmiştir. Bunun dışında Bursa İli çevre ilçelerdeki (Gemlik, Mudanya, Kurşunlu, Kumla, Hasanağa vs.) kirlenmeleri de en aza indirebilmek için bazı projeler ve tesisleri ile de çalışmalar yürütülmektedir.

3.19.2. Buski Gemlik ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri

Gemlik Belediyesi İlçe merkezinde bulunan tesis 12.02.2007 tarihinden itibaren işletmeye alınmış olup mekanik temizlemeli ızgara sistemi, kum ve yağ tutucu tesisleri olan ön arıtma tesisi ile yaklaşık 1700 m uzunluğunda Ø630 mm'lik PE100 PN10 basınç sınıfına sahip HDPE boru ile deniz deşarjı tesislerinden oluşmaktadır. 27.000 m³/gün kapasiteli bir tesistir. Derin Deniz Deşarjı sistemi ileriki tarihlerde yapılacak olan Biyolojik AAT ile entegre edilecektir.



Şekil 3.48 Gemlik atık su ön arıtma tesisi

3.12.3. Mudanya-Güzelyalı ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri

02.10.2006 tarihinden itibaren Gemlik Körfezinde Mudanya ve Güzelyalı sahillerine akmakta olan atıksular ön arıtmadan geçirilerek 540 m uzunluğunda ve 500 mm çapında HDPE borular ile 40 m derinliğe akıtılmaktadır. 25.000 m³/gün kapasiteli bir tesistir. Derin Deniz Deşarjı sistemi, ileriki tarihlerde Mudanya'da yapılacak olan Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ile entegre edilecektir.



Şekil 3.49 Mudanya atık su ön arıtma tesisi.

3.12.4 Kurşunlu ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri

Kurşunlu bölgesinden toplanan atıksular 3 gözlü foseptik tankdan oluşan yapıdan geçtikten sonra pompa istasyonuna gelmekte ve yaklaşık 300m uzunluğunda, 30 m derinlikte Ø220 HDPE boru ile derin deniz deşarjı tesisleri ile uzaklaştırılmaktadır. 10.000 m³/gün kapasiteli bir tesistir. Tesislerin rehabilitasyon çalışmaları 2009 yılında yapılmıştır.

3.12.5 Küçük Kumla ön arıtma ve derin deniz deşarjı tesisleri

1991 yılında İller Bankası tarafından yapılmış olan tesis mekanik ince ızgara ve kum tutucu ünitelerinden sonra yaklaşık 500 m uzunluğunda Ø500 mm CTP boru, 35 m

uzunluğunda difüzör den oluşan derin deniz deşarjı tesislerinden oluşmaktadır. Bu tesis 28.500 m³/gün kapasiteli bir tesistir.

3.12.6 Hasanağa paket atıksu arıtma tesisi

Nilüfer İlçesi Hasanağa toki toplu konutları için 2006 yılında yapılan Hasanağa Atıksu Arıtma Tesisi evsel atıksuları arıtmaktadır. Tesis kapasitesi 1200 m³/gün dür. Sistemde atıksu, sepet tipi kaba ızgaradan geçerek içerisindeki çöp ve kaba partiküllerden ayrılarak dengeleme havuzuna iletilir. Buradan seviye kontrollü dalgıç pompalar yardımı ile Biocell reaktörleri (döner biyodiskler) içerisine gönderilir. Biocell reaktörü içerisinde, atıksuyun KOİ ve BOİ değerleri deşarj standartlarının altına düşürülür ve Biocell reaktörü içerisinde atıksuyun içinde kalmış olan çok ince askıda katı maddeler de uzaklaştırılmış olur. Atıksu, Biocell sisteminde arıtıldıktan sonra, deşarj edilmeden önce, Lammella Seperatörlerinden geçirilerek içerisindeki ince askıda katı maddeler ayrıştırılır. Biocell Paket Atıksu Arıtma Sisteminde çöktürme bölümü modüler olarak arıtma tesisinin çıkışına eklenmiştir. Çöktürme bölümünden geçen arıtılmış sular, otomatik klorlama sistemi ile klorlandıktan sonra arıtılmış su tankına alınacaktır. Sistemde 4 ünite vardır. Her ünite için 1+1 pompa düzeneği şeklinde (Debi: 17 m³/h, Basma Yüksekliği: 10 m) sistem işletilmektedir. Arıtılmış su buradan tesis yakınındaki Hasanağa deresine deşarj edilmektedir. Sistemde oluşan fazla çamur döner biyodiskler (biocell ünitesi) altındaki vanalar ile çamur tankına alınır. Sıvı çamur Batı AAT 'ne vidanjörler ile taşınır.

3.12.7. Çalı atıksu arıtma tesisi

Nilüfer İlçesi Çalı bölgesi için yapılan Çalı AAT'si evsel ve endüstriyel atıksuların (özellikle mezbaha atıksuları) beraber arıtılması amacıyla 1998 yılında kurulmuş olup tesis kapasitesi 1000 m³/gün dür. 20.11.2007 tarihinde rehabilitasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Sistemde atıksu elle temizlemeli kaba ve ince ızgaradan geçirilir. Kum tutucu ünitesine alınan atıksular dengeleme tankına ulaşır. Kum ve ızgara atıkları sistemden ayrılarak çöp deponi sahasına gönderilir. Daha sonra terfi pompası ile atıksular yağ alma havuzuna iletilir. Yüzeyden yağı alınan atıksu 2 adet havalandırma havuzuna alınarak biyolojik arıtmadan geçirilir. Biyolojik arıtma sonrasında çökeltme tanklarına alınan atıksu çamur ve duru su fazına ayrılarak, arıtılmış su Çalı deresine verilir. Oluşan çamurun bir kısmı proses gereği biyolojik arıtmanın başına geri devir

yapılır fazla atılacak çamur çamur yoğunlaştırma tankına alınarak yoğunlaştırılır. Yoğunlaştırma sonrası üst su fazı tekrar havalandırma tanklarına verilir. Tabandaki çamur kurutma yataklarına ve genel olarak vidanjörle Batı AAT iletilir.



Şekil 3.50 Çalı atıksu arıtma tesisi.

3.12.8. Kayapa paket atıksu arıtma tesisi

Nilüfer İlçesi Kayapa Toki konutları için 2007 yılında yapılan Kayapa AAT'nde evsel atıksular arıtılmaktadır. Tesis kapasitesi 400 m³/gün dür. Rehabilitasyon çalışmaları 2009 yılında tamamlanmıştır. Evsel nitelikli atıksuların alıcı ortama deşarj standartları kalitesine getirilmesi amacıyla kurulmuş Paket Tip AAT dir. İnce ızgaradan geçirilen atıksular dengeleme tankına alınarak biyolojik arıtma ünitelerine pompalar ile beslenir. İki ayrı ünite havalandırma ve çökeltme tanklarından oluşmaktadır. Arıtılmış sular temiz su tankına alınarak alıcı ortama verilir. Sistemde oluşan çamur vidanjörler vasıtasıyla Batı AAT tesisine taşınır.



Şekil 3.51 Kayapa atıksu arıtma tesisi.

3.12.9. Narlı paket atıksu arıtma tesisi

Gemlik İlçesi'ne bağlı Narlı Köyü eğimli bir araziye sahip olup BUSKİ Master Plan Raporu' nda, köyün 2007 nüfusu 358 kişi'dir. Köy alanından toplanan atıksular ara terfi istasyonundan basılarak balıkcı barınağının batısında sahilde bulunan paket

AAT'ne ulaştırılmaktadır. Tesis 2000 yılında yapılmış olup, 2010 yılında çalışmaya alınmıştır. Atıksular öncelikli olarak dengeleme tankına gelir. Burada iki dalgıç pompa ile silindirik yatay olarak yapılmış iki adet çelik tanka paralel çalışacak şekilde iletilmektedir. Çelik tanklar içinde biyolojik arıtma gerçekleşmekte ve tank sonunda dalgıç pompalar ile artılmış su çıkış kolektörüne basılmaktadır. Artılmış sular denize kıydan verilmektedir.

Tablo 3.16 DAAT. Atık su giriş değerleri.

	Debi (m ³ /gün)	KOİ (mg/lt)	BOİ ₅ (mg/lt)	AKM (mg/lt)	Toplam azot (mg/lt)	Fosfor (mg/lt)
Proje değeri	240.000	533	267	267	63	11
2007	145.060	678	300	285	68	12
2008	177.035	530	232	205	58	11
2009	187.619	471	211	194	51	8
2010	192.160	384	158	156	39	6
2011	215.142	473	187	199	50	6

Tablo 3.17 DAAT. Atık su çıkış değerleri (arıtma sonrası).

	Debi (m ³ /gün)	KOİ (mg/lt)	BOİ ₅ (mg/lt)	AKM (mg/lt)	Toplam azot (mg/lt)	Fosfor (mg/lt)
Proje değeri	240.000	125	25	35	10	3
2007	145.060	41	17	12	9	4
2008	177.035	42	16	13	10	3
2009	187.619	39	14	11	9	2
2010	192.160	35	11	9	5	1,5
2011	215.142	32	10	7	7	1,2

Tablo 3.18. Batı AAT atık su giriş değerleri (BUSKİ).

	Debi (m ³ /gün)	KOİ (mg/lt)	BOİ ₅ (mg/lt)	AKM (mg/lt)	Toplam azot (mg/lt)	Fosfor (mg/lt)
Proje değeri	87.500	537	269	269	63	11
2007	37.365	658	235	294	60	13
2008	46.958	558	241	229	60	10
2009	49.202	570	257	234	56	9
2010	55.958	581	242	257	58	7
2011	54.942	619	247	241	64	7

Tablo 3.17 ve 3.18 karşılaştırıldığında %95'lere varan ciddi bir arıtma sağlandığı Kuzu grup çalışanlarınca BUSKİ'ye rapor edilmektedir.

Tablo 3.19. Batı AAT atık su çıkış değerleri (BUSKİ).

	Debi (m ³ /gün)	KOİ (mg/lt)	BOİ ₅ (mg/lt)	AKM (mg/lt)	Toplam azot (mg/lt)	Fosfor (mg/lt)
Proje değeri	87.500	125	25	35	10	3
2007	37.365	50	19	12	10	4
2008	46.958	41	16	10	10	3
2009	49.202	45	17	15	9	3
2010	55.958	43	13	10	8	1,4
2011	54.942	44	13	6	10	1

Tablo 3.20 Kent katı atık depolama alanı çöp suyu giriş değeri (BUSKİ).

	Debi (m ³ /gün)	KOİ (mg/lt)	BOİ ₅ (mg/lt)	AKM (mg/lt)
Proje değeri	500	30.000	15.000	1.500
2007	345	11.276	5.209	830
2008	451	6.601	3.101	415
2009	484	10.828	4.520	683
2010	524	13.254	4.775	1.052
2011	600	11.326	4.322	1.040

Tablo 3.21 Kent katı atık depolama alanı çöp suyu çıkış değeri (BUSKİ).

	Debi (m ³ /gün)	KOİ (mg/lt)	BOİ ₅ (mg/lt)	AKM (mg/lt)
Proje değeri	500	3.000		
2007	345	2.181	273	308
2008	451	2.165	786	516
2009	484	2.364	675	650
2010	524	2.340	800	970
2011	600	2.250	829	1.092

3.13. Tıbbi Atıklar ve Bertaraf Yöntemleri

Ünitelerden (Hastaneler, sağlık kuruluşları v.b) kaynaklanan, “**Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği**” EK-2'sinde C, D ve E grupları altında yer alan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklardır.

- Mikrobiyolojik laboratuvar atıklarını,
- Kan kan ürünleri ve bunlarla kontamine olmuş nesnelere,
- Kullanılmış ameliyat giysilerini (kumaş, önlük ve eldiven v.b),
- Diyaliz atıklarını (atık su ve ekipmanlar),
- Karantina atıklarını,
- Bakteri ve virüs içeren hava filtrelerini,
- Deney hayvanı, organ parçaları, kan ve bunlarla temas eden her şeyi,
- Vücut parçaları, organik parçalar, plasenta, kesik uzuvlar vb.
- Biyolojik deneylerde kullanılan kobay leşlerini,
- Enjektör iğnelerini,
- İğne içeren diğer kesicileri,
- Bistürileri,
- Lam-lameli,
- Kırılmış diğer cam vb. kapsamaktadır (Bursa Sağlık Müdürlüğü).

Tıbbi atıkların uygun olmayan biçimlerde tasfiyeleri, açık alanlarda biriktirilmeleri ve kontrolsüz biçimde örneğin yakılarak tasfiye edilmeleri durumlarında da enfeksiyonların ve toksik emisyonların çevreye yayılmaları engellenemez. Bu arada “Uğraşı Güvenliği” kavramı Tıbbi Atık Yönetimi kapsamı içinde sağlık sektörü çalışanlarının güvenliğini oluşturan ve uygulanması gerekli olan bir disiplin olarak ortaya çıkmaktadır. Sağlık tesislerinde hastalıkların bulaşması genellikle kontamine durumdaki keskin malzemelerin kesme ve çizme gibi etkileşimleri yoluyla meydana gelir. Üzerinde önemle durulması gereken enfeksiyon hastalıklarının başlıcaları Hepatitis B (HBV), Hepatitis C (HCV), ve (HIV) dir. HBV, örnek olarak, oda sıcaklığında kurutulduğu zaman bile bir hafta kadar enfeksiyon özelliğini korur ve tek bir kez keskin uçla kesilme olayından sonra HBV bulaşma olasılığı % 30 dur. HIV ve HCV için bulaşma olasılıkları ise sırasıyla % 0,3–0,5 ve % 2,5 dir. (WHO–Dünya Sağlık Teşkilatı -1997).

Sağlık sektöründe WHO'nun tahminlerine göre, dünya genelinde, tedbirsiz enjeksiyonlar yoluyla HIV enfeksiyonu bulaşması yılda 30.000, HBV enfeksiyonu bulaşması yılda 8 milyon ve HCV bulaşması da yılda 1,2 milyon kadardır. Toksik riskler ise başlıca laboratuvar reaktifleri olmak üzere reaktiflerden, ilaçlardan, kimyasal çözeltiler ve maddelerden, cıvalı malzemelerden vb. ortaya çıkmaktadır.

Yukarıda söz edilen sorunlara elbette Türkiye’de de rastlanacaktır. Türkiye’de bazı istisnaları olmakla birlikte, genel olarak modern bir tıbbi atık yönetimi uygulamasının olmaması, kilit noktadaki kimselerin tıbbi atık riski kavramından uzak olabilmeleri, uğraşı güvenliği uygulamalarının yetersiz oluşu gibi nedenlerle tıbbi atıkların yaratacağı sorunların azımsanmaması gerekmektedir. Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yapılan bu çalışma ile yapılan tesbitlere göre günde 3000 kg, dolayında enfekte tıbbi atık toplanmaktadır. Bu sadece kayıta olan miktardır çünkü meydana gelen miktar çok daha fazladır. Son altı yılın enfekte atık oluşum miktarlarının incelenmesinden ve geleceğe ekstrapole edilmesinde herhangi bir önlem alınmadığı için 2007 yılında Kurşunlu, Demirtaş, Çalı ve Emek gibi komşu Belediyelerden de oluşacak tıbbi atıklar dikkate alındığında toplam olarak günde 4500–5000kg/gün enfekte tıbbi atık meydana geldiği tesbit edilmiştir. Bu istatistiksel çalışmanın sonuçları göstermektedir ki, genel olarak Bursa ilinde diğer illerde olduğuna oranla çok daha iyi bir atık yönetimi bilinci ve uygulaması olmasına rağmen, gene de aşağıdaki tavsiyeler sıralanabilir:

Tıbbi atık yönetmeliğinde tıbbi atıklar; evsel atıklar, tıbbi atıklar, tehlikeli atıklar ve radyoaktif atıklar şeklinde sınıflandırılmıştır (Bursa Sağlık Müdürlüğü).

3.13.1. Genel atık

Tehlikeli olmayan atıklar çok az miktarda bile enfekte atık ile karışmış olsa da tehlikeli atık olarak değerlendirilmelidir. Sağlıklı insanların bulunduğu kısımlar, hasta olmayanların muayene edildiği bölümler, ilk yardım alanları, idari birimler, temizlik hizmetleri, mutfaklar, ambar ve atölyelerden gelen atıklar bu gruba girerler (Buras Sağlık Müdürlüğü).

3.23.2. Enfekte atık

Enfeksiyon yapıcı etkenleri taşıdığı bilinen veya taşınması muhtemel başta kan ve kan ürünleri olmak üzere her türlü vücut sıvıları ile insan dokuları, organları, anatomik parçalar, otopsi materyali, plasenta, fetus ve diğer patolojik materyali; bu tür materyal ile bulaşmış eldiven, örtü, çarşaf, bandaj, flaster, tamponlar, eküvyon ve benzeri atıkları; hemodiyaliz ünitesi ve karantina altındaki hastaların vücut çıkartılarını; bakteri ve virüs tutucu hava filtrelerini; enfeksiyöz ajanların laboratuvar kültürlerini ve kültür stoklarını; araştırma amacı ile kullanılan enfekte deney hayvanlarının leşleri ile enfekte hayvanlara

ve çıkartılarına temas etmiş her türlü malzemeyi, veterinerlik hizmetlerinden kaynaklanan atıkları ifade eder.

3.13.3. Kesici delici atıklar

Batma, delme, sıyrık ve yaralanmalara sebep olabilecek atıklar(enjektör iğnesi, iğne içeren diğer kesiciler, bistüri, lam-lamel, cam pastör pipeti, kırılmış diğer cam v.) olarak ayrılmıştır (Bursa Sağlık Müdürlüğü).

3.13.4. Radyoaktif atıklar

Radyoaktif atıklar ayrı toplanmakta ve kurşun hücreler içinde depolanmaktadır. Bu tür atıklar daha sonra Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından alınmaktadır. Reaktif laboratuvar atıkları, sezyum 134 ve sezyum 137 izotopları, dekontaminasyon duşları, nötron demet boruları, ışınlamadan oluşan gazları, sıcak h,cre ve dekontaminasyon laboratuvar havalandırması vs. atıklar radyoaktif atıklardır.

Radyoaktif atıkların beratarafı atığın türüne bağlı olarak tüm dünyada dört şek,ilde gerçekleşmektedir (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, TAEK).

- Toprak altına gömerek giderme
- Okyanuslara gömerek giderme
- Buzullar içine gömerek giderme
- Uzaya gönderme.

3.13.5. Farmasötik atıklar

Kullanma süresi dolmuş veya artık kullanılmayan, ambalajı bozulmuş, dökülmüş ve kontamine olmuş ilaçlar, aşılarda, serumlar ve diğer farmasötik ürünler ve bunların artıklarını ihtiva eden kullanılmış eldivenler, hortumlar, şişeler ve kutuları bu atık grubuna girer.

3.13.6. Kimyasal atıklar

Ünitelerde tedavi, tanı veya deneysel araştırmalar gibş tıbbi alanlarda kullanılan, insan ve çevre sağlığı için çeşitli etkilerle zararlı olabilen kimyasal maddelerin gaz, katı veya sıvı atıklarını teşkil etmektedir (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği).

3.13.7. Genotoksik atık

Hücre DNA'sı üzerinde mutasyon yapıcı, kanserojen veya insan veya hayvanda düşüğe neden olabilen türden farmasötik ve kimyasal maddeleri, kanser tedavisinde kullanılan sitotoksik (antineoplastik) ürünleri ve radyoaktif materyali ihtiva eden atıklar ile bu tür ajanlarla tedavi gören hastaların idrar ve dışkı gibi vücut çıkartılarını içermektedir (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği).

3.13.8. Ağır metal içeren atıklar

Ünitelerde tedavi, tanı veya deneysel araştırmalar gibi tıbbi alanlarda kullanılan termometre, tansiyon ölçme aleti ve radyasyondan korunma amaçlı paneller gibi alet ve ekipmanların içinde veya bünyesinde bulunan cıva, kadmiyum, kurşun içeren atıkları içermektedir (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği).

3.13.9. Patolojik atıklar

Anatomik atık dokular, organ ve vücut parçaları ile ameliyat otopsi vb. tıbbi müdahale esnasında ortaya çıkan vücut sıvıları yani ameliyathaneler, morg, otopsi adli tıp gibi yerlerden kaynaklanan vücut parçaları, organik parçalar, plesanta, kesik uzuvlar vb. insani patolojik atıklar, biyolojik deneylerde kullanılan kobay leşleri bu atık grubuna girer (Bursa Sağlık Müdürlüğü).

3.21. Bursa Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi

3.21.1. Tıbbi atık sterilizasyon ünitesi ve çalışma prensibi



Şekil 3.52 Tıbbi atık toplama alanı.

Bursa Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi, Büyükşehir Belediyesine bağlı Kent Katı Atık Depolama Alanı içerisinde ve 2000 m²'lik bir alana kurulmuştur. Türkiye'de ilk örnek tesistir. Tıbbi atıklar çevre ve insan sağlığı için risk oluşturmadan kilitlenebilir tıbbi atık konteynirlerinde biriktirilmektedir. Özel eğitilmiş personel ve lisanslı tıbbi atık toplama araçlarıyla sağlık kuruluşlarından toplanmaktadır. Toplama esnasında, tıbbi atık konteynirleri radyoaktif doz ölçerlerle ve metal kontrol dedektörleri ile kontrol edilerek teslim alınır. Toplama esnasında oluşabilecek sorunları ortadan kaldırmak ve şeffaf bir tıbbi atık yönetim sistemi oluşturmak amacıyla konteynir numarası, sağlık kuruluşu adı, atık miktarı, teslim alan ve teslim eden yetkili kişi verilerini içeren bir yazılım programı kullanılır. Bu program aracılığı ile şeffaf ve düzenli veri izleme ağı oluşturulmuştur.



Şekil 3.53 Tıbbi atık toplanması ve kayıt işlemi aşaması.

Tesisimize gelen araçlardan, konteynirler güvenli bir şekilde boşaltılmakta ve konteynirleri boşaltılan araçlar yıkama bölümünde yıkanarak, özel dezenfektanla (klordioksitli su) dezenfekte edilir. Tesiste bir sağık hava deposu bulunmaktadır. Konteynirlerdeki atıklar otoklav konteynirine boşaltılır ve boşaltılan konteynirler son teknolojiyle üretilmiş otomatik olarak çalışan konteynir yıkama bölümünde özel dezenfektanlarla dezenfekte edilir. Kısacası sterilizasyon yöntemi otoklavlar ile yapılmaktadır.



Şekil 3.54 Otoklav ünitesi dış ve iç dizaynı.



Şekil 3.55 Otoklav ünitesi çalışma pozisyonu

Atıklar yüksek sıcaklık ve basınç altında 140⁰C ve 3,5 bar basınç altında sterilize edilmekte ve işlemler elektronik olarak kayıt altına alınıp tüm parametreler izlenmektedir. Sistemin en önemli bölümlerinden biri de parçalama ünitesidir. Bu son aşamanın gerçekleştiği yerdir.



Şekil 3.56 Parçalama ünitesi boşaltma ve dolum aşaması.

Bu tesis 24 saat kamere ve güvenlik sistemine tabii olup çevreci politika izlemek adına kurulu örnek bir tesistir. Ancak Bursa İli bu anlamada yapmış olduğu tüm çalışmalara rağmen tıbbi atık oluşturan kuruluşları içinde birçok eksiklikler saptanmıştır. Bu eksiklikler:

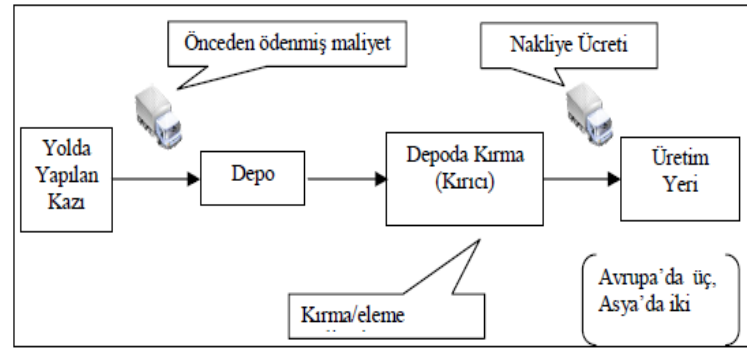
- Atık guruplarının tanımlanmasında ve ayrıştırılmasında halen tereddütler olması,
- Kimyasal atıkların, sitotoksik ve mikotoksik atıkların nasıl muamele göreceği kavramının gerekli düzeyde bilinmemesi,
- Kimyasal atık türleri içinde yer alabilen piller, etilen oksit ve formaldehit gibi tehlikeli atıkların tehlikeli atık olarak değerlendirilmemesi,

- Hastanelerin kendi hizmet türü ve servis yapılarına uygun olarak dahili yönetmelikler geliştirmemeleri,
- Anatomik ve patolojik atıklarla ilgili uygulamalarının belirsizlik içinde oluşu,
- Ulusal ve uluslararası yeni kavram ve yönetmeliklerin bilinmemesi,
- Kesici ve keskin uçlu atıkların muamele görmesinde eksiklikler,
- Sağlık hizmeti sunulması sırasında ortaya çıkan hizmetsel tehlikelerin gerektiği ölçüde bilinmemesi ve hassasiyetle ele alınmaması,
- Tıbbi atık kazalarının yeterli düzeyde takibe ve kontrole alınmayışı,
- Hastanelerde dezenfeksiyon ve sterilizasyon gibi dahili tasfiye yöntemleri uygulanmaması.
- Atık sınıflandırma konusunda ekipman eksikliği,
- Hastanelerde tıbbi atık yönetimi uygulamalarında temizlik firması elemanlarının yer almaları ve bu konuda önemli rol oynamaları,
- Tıbbi atık sorumlusu kavramının gereken yetki ve sorumluluklarla birlikte oluşmamasıdır.

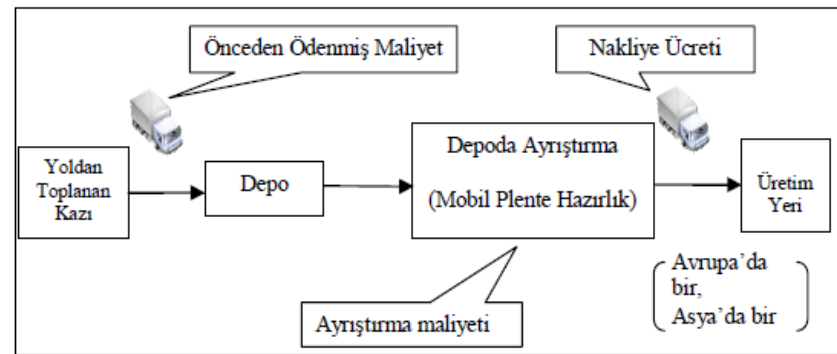
3.15. İnşaat Atıkları, İnşaat Yıkıntıları, Asfalt Atıkları ve Bu Atıkların Bertarafı

3.15.1 Asfalt atıkları ve bertaraf edilmesi

Asfaltın geri dönüşümünde iki tip atık malzemeden söz edilebilir. Bunlar yama ve kazı molozlarıdır. Yama molozu, asfaltın çevresel faktörlerle zamanla bozulan kısımlarının bloklar halinde çıkarılmasıyla oluşan atıklardır. Kazı molozu ise yol üzerinde yapılan çalışmalar veya yeni asfaltlama çalışmaları neticesinde yoldan sökülen atık molozu ifade etmektedir. Geri dönüşüm süreçlerinde, bu iki tip atık malzeme farklı şekillerde işlenmektedir. Yama molozu, mobil plantlerde doğrudan son kullanım için asfalta dönüştürülebilirken, kazı molozu kırılarak asfalt üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Büyüksaatçı vd., 2008). Bu işlemlerin gerçekleştiği bir geri dönüşüm sistemi oluşturmak için atılması gereken ilk adım toplanan atık malzemenin depolanacağı ve işleneceği tesislerin konumlarının belirlenmesidir. Bursa'da böyle bir tesisi henüz mevcut değildir.



Şekil 3.57 Kazı molozu geri dönüşüm süreci (Büyüksaatçı vd., 2008).



Şekil 3.58 Yama molozu geri dönüşüm süreci (Büyüksaatçı vd., 2008).

Asfaltın yapısında çeşitli kimyasallar olmakla beraber ağırlıklı olarak Karbon, hidrojen ve osijen vardır. Asfaltta bulunan kimyasallar Tablo 3.23'te mevcuttur.

Tablo 3.22 Asfaltın yapısında bulunan kimyasallar ve oranları.

ELEMAN	YÜZDE ORANI
Karbon	83-87
Hidrojen	10-11
Kükürt	1-5
Azot	0,3-1,1
Oksijen	0,2-0,8
	PPM ORANI
Vanadyum	4-1400
Nikel	0,4-110

3.15.2. İnşaat yıkıntı atıkları ve bertaraf edilmesi

Konut, okul, hastane ve endüstriyel tesisler gibi yapıların yıkım, tadilat, tamirat, güçlendirilme, bakım ve geliştirilme faaliyetleri, karayolları, demir yolları ve hava alanı

pistlerinin yapımı, yıkımı, tadilatı ve tamirâtı faaliyetleri sonucunda inşaat ve yıkıntı atıkları ortaya çıkabilmektedir. Bunların dışında; yangınların neden olduğu yıkıntıların atıkları, inşaat firmalarının çeşitli sebeplerle ortaya çıkardıkları atıklar ile doğal afetler sonucunda inşaat ve yıkıntı atıkları ortaya çıkabilmektedir. İnşaat ve yıkıntı atıkları içerisinde ağırlıkça en büyük payı beton atıkları oluşturmaktadır (Stein vd., 1994; Akıllıoğlu vd., 1996; Oikonomou, 2005). Son yıllarda beton atıklarının; yeniden kullanımı ve geri dönüşümü konularını inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır.

İnşaat yıkıntı atıkları başta beton olmak üzere, kum, çakıl, tuğlalar, seramik, doğal kayaçlar, moloz, asfalt, tahta, çeşitli metaller, cam, flüoresan lamba, plastik, halı parçaları, yalıtım malzemeleri vb. ile insan sağlığına zararlı bazı maddeleri (asbest, kurşun vb.) içerebilmektedir (Öztürk, 2000; Samton, 2003; Poon, 2006; Esin vd., 2007; Rakshvir vd., 2006). İYA yönetimi genel olarak, katı atık yönetimindeki gibidir. Atıkların azaltılması, kullanılabilir malzemelerin yeniden kullanımı ve geri kazanımı, geri kalan kısmın depolama alanlarında toplanması şeklindeki bir düzen içerisinde değerlendirilebilir.

Doksanlı yıllarda bazı Avrupa ülkelerinde İYA'nın Belçika' da %80, Almanya'da %60, Danimarka ve Finlandiya'da %40, Hollanda ve İsveç'te %20 civarındaki kısımları geri dönüştürülerek kullanılabilmiştir (Oikonomou, 2005). 2002 yılı verilerine göre, Danimarka, Almanya ve Hollanda'da bu atıklarının %80' den fazlası, Finlandiya, İrlanda ve İtalya'da %30 ile %50 arası, Lüksemburg'ta ise %10'u geri dönüştürülerek kullanılmıştır (Nunes, 2007). Amerika Birleşik Devletleri'nde 2005 yılı verilerine göre her yıl 130 milyon ton İYA ortaya çıkmaktadır (Lennon, 2005). ABD'de atıkların yeniden kazanımının verimini artırmak üzere çok sayıda örnek olay incelemesi yürütülmektedir. Örneğin bir çalışmada bu atıkların %92 oranında geri kazanıldığı ve toplamda %63 oranında maliyet tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir (Lennon, 2005). Japonya'da % 90 oranında geri kazanım hedefi belirlenmiş, 2000 yılında yaklaşık %96' ya ulaşılmıştır (Rao vd., 2007). Hollanda'da İYA' dan elde edilen çeşitli boyutlardaki taş malzemenin %95'i yol taban malzemesi olarak tekrar kullanılmakta, yeniden kullanımın seviyesi ve kalitesini yükseltmeye yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Mulder vd., 2007). Türkiye'deki yıllık katı atık üretiminin 2005 yılı verilerine göre 38 milyon ton olduğu rapor edilmiştir (Esin vd., 2007). Bunun %25'inin İYA olması durumunda, yılda yaklaşık 10 milyon tonluk bir inşaat yıkıntı atığı oluştuğu hesaplanabilir. İYA'nın yönetimi yasalarla belediyelere verilmiştir. "Hafriyat Toprağı ve

Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" (HTYAKY) ile bu atıkların yönetiminin nasıl yapılacağı belirlenmiştir (HTYAKY, 2004).

İnşaat yıkıntı atıkları yönetimi alanındaki çalışmalarda öncelikle atığın azaltılması gereği üzerinde durulmaktadır (Samton, 2003; Esin vd., 2007). Bunun için; inşaatlarda dayanım ve dayanıklılığı yüksek malzeme ve bileşenlerin kullanılması, yapıların kullanıcıların beklentilerini karşılayacak şekilde esnek tasarlanması, yapı malzemelerinin modüler yapı sistemlerine uygun olarak üretilmesi, birbirinin yapısını bozmayacak şekilde sökülüp takılmalarına imkân verecek şekilde detaylandırılması, çalışanların bu konularda bilgilendirilmesi önerilmektedir (Esin vd., 2007).

İnşaat ve yıkıntılardan elde edilecek yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir ürünlerin, üretildikleri yerde ayrı toplanması esastır (HTYAKY, 2004). Yıkımı planlı şekilde yapılacak yapıların, yeniden kullanılabilir malzemelerin zarar görmemesi için bir plan içerisinde yıkılması ve pazarlara iletilmesi gereklidir. Karışık yıkıntı atıkları, elle veya otomatik cihaz ve sistemler vasıtası ile ayrılır. Ayırma işlemi için gerekli cihaz ve sistemler ürünlerin geri kazanım maliyetlerini oldukça arttırır (Lennon, 2005).

Doğal kaynakların kıtlığı, çevrenin korunmasına olan ilginin artması, depolama alanlarının yetersizliği vb. sebepler belediyeler ve hükümetleri inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden kullanımı ve dönüşümleri ile ilgili tedbirler almaya zorlamaktadır. Bunun için birçok ülke ve şehirde atıkların azaltılmasına yönelik planlar hazırlanmakta, atıkların depolama alanlarına kabul ücretleri ve vergileri arttırılmaktadır (Samton, 2003 ve AFCEE Report, 1996).

Beton ; ince ve iri agregalar, çimento, su ve katkı/lardan oluşan, çağdaş yapıların ana girdisidir. Beton atıkların kaynakları ise yeniden kullanım veya geri dönüşüm için kullanılacak beton atıkları; yıkılan eski binalardan, doğal afet yıkıntılarında, yangın sonucu oluşan yıkıntılardan, ulaşım sistemi ile ilgili çalışmalarından, bozuk beton üretiminden, kalite kontrol numunelerinden, prefabrik üretim atıkları ve uygun olmayan ürünlerden elde edilir (Öztürk, 2000; Akıllıoğlu vd., 1996).

Beton atıkların geri kazanılmasının gerekliliğine değinecek olursa; çok büyük miktarlar oluşturan inşaat ve yıkıntı atıklarının depolama alanlarına atılması doğal çevreye çeşitli şekillerde zarar verebilmektedir. Bu amaçla kullanılan depolama alanları, ilgili bölgedeki toprağın verimliliğini kaybetmesi sonucu tarım alanı olarak kullanılmayacak duruma gelir. Hem atıkların yeniden kazanımını kolaylaştırması, hem

de asbest ve PWC gibi bazı zararlı malzemeler içerebilen kısımlarının çevreye zarar vermesini önlemek için aynı cins atıkların ayrılarak bir arada toplanması çok önemlidir. ABD, İngiltere, Danimarka, Almanya ve Hollanda da karışık haldeki inşaat ve yıkıntı atıklarının yeraltı suyunun kirlenmesine neden olabileceğine dikkat çekilerek depolanmasında daha itinalı olunması ve içme suyu kaynaklarının bulunduğu bölgelerde depolama yapılmaması istenmektedir (Öztürk, 2000).

ABD'de bir araştırmaya göre 2004 yılında 2,7 milyar ton doğal agrega kullanılmıştır (Rao vd., 2007). Doğal agrega özgül ağırlığının yaklaşık 2,7 ton/m³ (Poon, 2006) olduğu dikkate alınır, bu alanın 1 milyar m³'lük bir hacim kapladığı hesaplanabilir. Bu da doğal agrega üretimi için çok geniş bir alandaki doğal çevrenin tahrip edilmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca, bu agregaların üretildikleri tesislerin çevreye yaydığı toz emisyonu, gürültü ve görüntü kirliliği de dikkate alınması gereken etkilerdir.

3.15.2.1. GKA (geri kazanılmış atık) kullanım alanları:

Yıkıntı atıklarından elde edilen birçok ürün yeniden kullanılabilir. Beton atıklarının işlenmeden yeniden kullanımı, beton blokların erozyon önleyici (Fonteboa vd., 2007) ve dolgu malzemesi (Rao vd. 2006; Topçu, 2004) olarak kullanımı gibi birkaç örnekle sınırlı kalmaktadır. Buna karşı İYA'dan elde edilen betonlar daha ufak parçalara kırılıp eleklerden geçirilerek ince ve iri agrega elde edilebilmektedir. Beton atıkları en çok bu uygulama ile GKA olarak kullanılabilir (Poon vd., 2006; Rakshvir vd., 2006). Bazı çalışmalarda, inşaat ve yıkıntı atıklarından ayrılmış ve kırılarak elekten geçirilmiş belirli büyüklükteki beton atıklarının, doğal agregaların yerine beton üretiminde kullanılabileceği savunulmaktadır (Kartam 2004; Rakshvir vd., 2006). Bazı araştırmacılar ise; bir kısım özelliklerinin standartlara uymaması dolayısı ile düşük standartlı agrega olarak taşıyıcı ve yapısal olmayan beton uygulamalarında kullanımının uygun olabileceğini belirtmektedirler (Topçu vd., 2004).

Yıkıntılardan elde edilmiş molozlar genellikle diğer inşaatlarda dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır (Rakshvir vd., 2006). Park (2003), çalışması ile beton kaldırımların taban ve taban altlığında %100 geri kazanılmış agregaların kullanılabileceğini sonucuna varmıştır. GKA Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere' de geniş bir şekilde kaldırımlarda kullanılmaktadır (Stein vd., 1994). Chini vd., (2001), Nataatmadja vd., (2001), geri kazanılmış agregaların (kaba ve ince agreganın) yol taban

malzemesi olarak kullanılmasının doğal yol taban malzemesi ile karşılaştırılabilecek nitelik taşıdığını rapor etmişlerdir. Hollanda'da kırılan beton atıklarının %95'i yol taban malzemesi olarak kullanılmaktadır (Mulder vd., 2007). Bunların dışında GKA kanalizasyon dolgularında, yol yapım çalışmalarında taban malzemesi olarak (Corinaldesi vd., 2002), çevre düzenlemesi, su kanalları, drenaj malzemesi, dolgu malzemesi ve beton blok üretimi işlerinde kullanılabilir. (Kartam vd., 2005), Akıllıoğlu vd., (1996).

BÖLÜM 4

4 HAVA KİRLİLİĞİ VE BURSA İLİ BURDA'DA OLUŞAN MEVCUT ATIKLAR BU ATIKLARIN TEKRAR KAZANILMASI VE ATIKLARDAN ENERJİ KAZANIM ÇALIŞMALARI



İlçelerimiz: Nilüfer, Osmangazi, Yıldırım, Büyükorhan, Gemlik, Gürsu, Keles, Kestel, Mudanya, Orhaneli, İnegöl, Yenişehir

Oluşan Atık miktarı: 942.129 ton/yıl

Nüfus oranlaması: 1,24 kg/kişi-gün (Nüfus: 2.081.592)

Trofosfer tabakasındaki gazlar, su ve yer küre üzerlerine düşen ışınları soğurmaları, yani ışının aktardığı enerjiyi emmeleri sonucu dünya ısınır. Ancak fazla enerjisini daha uzun dalga boyuna sahip sıcak ışınlar, yani ısı şeklinde tekrar uzaya gönderdiğinden ortalama sıcaklığı yükselmez. Diğer bir ifade ile dünya tuttuğu ve emdiği enerji kadar enerjiye uzaya yayarak sıcaklığını sabit tutmaya çalışır. Ancak havadaki karbon dioksit başta olmak üzere azot ve kükürt oksitleri ile metan gibi bazı gazlar, su buharı dünyaya düşen ışınları emdiklerinden daha çok dünyanın çevresine yaydığı sıcak ışınları, yani ısıyı aynen bir seranın tuttuğu gibi tutarlar. Bu olaya “**sera etkisi**”, bu etkiye neden olan gazlara da “**sera gazları**” denir. Zira atmosfere ve dünyaya düşerek emilen güneş ışınlarının büyük kesri görünür bölgedeki ışınlar olup,

uzun dalga boylu kırmızı ötesi (IR) kesri daha azken, dünyanın çevresine yaydığı ısı ışınları daha uzun dalga boylu IR-ışınlarıdır. Atmosferi oluşturan diğer gazlar ise bu ısı ışınlarını tutmadığından sera etkisi yaratmazlar (Doğan).

Atmosferde hiç sera gazları olmasa ve bunlar etkisi yapmasalardı dünyamız buzullarla kaplanacak ve belki de canlı yaşam olmayacaktı. Ancak tersi de aynı şekilde tehlikeli ve yine canlı yaşamı tehdit edebilir.. Küresel ısınmanın dolaylı etkileri henüz tam bilinmese de “golf stream” benzeri sıcak hava akımlarını yok ederek önemli iklim değişimlerine, mevsimlerde kaymalara, bir yandan kuraklık ve çölleşmenin artmasına, öbür yandan aşırı yağış ve sel baskınlarına yol açabilecek, su ve rüzgar erozyonu, orman yangınları artacak, sulak alanların kuruması hızlanacak, su kaynakları ve yer altı suları azalacak, çoğu canlı türü yok olacaktır. Bu öngörülerin çok azıyla bile gerçekleşecek felaketin büyüklüğü çok korkutucudur (Doğan).

4.1. Hava Kirleticiler

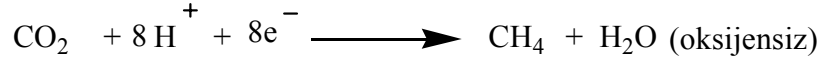
4.1.1. Karbondioksit

Bu gaz, fosil yakıtların sanayide kullanılması sonucunda oluşarak atmosfere karışmaktadır. Atmosfere karışan karbondioksidin %80–85’i fosil yakıtlardan, %15-20’si de canlıların solunumundan ve mikroskobik canlıların organik maddeleri ayrıştırmasından kaynaklanmaktadır (Mitscherlic 1995). Bir yandan fosil yakıt kullanımının hızla artışı, öte yandan ormanların ve bitkisel planktonların tahrip edilmesi, atmosferdeki karbondioksit miktarını son 160 bin yılın en yüksek düzeyine ulaştırmıştır. Yapılan ölçmeler, bu artışın devam ettiğini göstermektedir (Haugton at al’e göre Kadıoğlu, 2004).

Bilim insanlarının son zamanlarda geliştirdikleri matematiksel bilgisayar modellere göre, CO₂ yoğunluğunun iki katına çıkması halinde küresel sıcaklığın 3°C artacağı hesaplanmıştır. Bu sonuç, karbondioksitin küresel ısınmadaki etki derecesinin ne kadar yüksek olduğu konusunda bir fikir vermektedir. Gerçekten sera gazları içinde karbondioksit, küresel ısınmada %50 paya sahiptir. Bunun nedeni, hem miktarının çok hem de karbondioksit moleküllerinin atmosferdeki ömrünün 50–100 yıl gibi çok uzun olmasıdır (Haugton at al’e göre Kadıoğlu, 2004).

4.1.2. Metan

Bu gaz organik artıkların oksijensiz ortamda ayrışması (anaerobik ayrışma) sonucunda meydana gelmektedir. Başlıca kaynakları pirinç tarlaları, çiftlik gübreleri, çöp yığınları ve bataklıklardır. Metan moleküllerinin ömrünün ve miktarının az olması nedeniyle, küresel ısınmadaki etki payı %13 kadardır (Haugton at al'e göre Kadioğlu, 2004).



4.1.3. Azot Oksitler

Bu sera gazının kaynakları egzoz gazları, fosil yakıtlar ve organik maddelerdir. Küresel ısınmadaki payı % 5'dir (Haugton at al'e göre Kadioğlu, 2004).

4.1.4. Kloroflourkarbon Gazlar (CFC-H)

Bu sera gazları için doğal kaynak yoktur. Spreylerdeki püskürtücü gazlar, soğutucu aletlerde kullanılan gazlar, bilgisayar temizleyicileri bu gazların başlıca yapay kaynaklarıdır. Küresel ısınmadaki payları % 22 oranındadır (Haugton at al'e göre Kadioğlu, 2004).

4.1.5. Ozon

Yeryüzüne yakın atmosfer tabakalarındaki ozon'un başlıca kaynağı, egzoz gazlarının 2/3'ünü oluşturan azotoksitlerin ultraviyole ışınları ile fizikoşimik reaksiyona girmesidir. Bu reaksiyon sonucunda bol miktarda ozon meydana gelir ve atmosferde birikir. Yalnız, bu gazın oluşumu egzoz gazlarına ve güneşin ışınlarına bağlı olduğu için (geceleri üretilmez) miktarı çok değildir. Küresel ısınmadaki sera etkisi % 7 kadardır (Haugton at al'e göre Kadioğlu, 2004).

4.1.6. Su Buharı

Küresel ısınmada sera etkisi bakımından en başta gelir. Ancak yeryüzüne yakın atmosfer içindeki miktarı çok nadir hallerde yükselir. Bol miktarda bulunduğu atmosfer katmanı genellikle bulutların oluştuğu yükseklerdeki atmosfer tabakalarındadır. Bu nedenle daha çok güneşten gelen ışınları tutmada ve yükseklere

yansıtmda (albedo) etkilidir. Su buharı küresel ısınmada, sera gazları içindeki etki payı % 50 olmaktadır (Haugton at al'e göre Kadıoğlu, 2004).

4.2. Bursa İline Ait Hava Kalitesi İzleme Ağı Bilgileri

Bursa iline ait hava kalitesi izleme bilgileri çevre ve şehircilik bakanlığından alınmış verilerdir. İlimizde endüstriden kaynaklanan hava kirliliğine; sanayi kuruluşlarının yanlış yer seçimi ve çevre korunması açısından yeterli teknik önlemlerin alınmaması (baca filtresi, desülfürizasyon ünitesi vb.), uygun teknolojilerin kullanılmaması, enerji üreten yakma ünitelerinde vasıfsız ve yüksek kükürtlü yakıtların kullanılması neden olur. Ancak, sayısı hızla artan motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz gazları da hava kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca konutlar gibi sabit emisyon kaynaklarında ısınma amaçlı, düşük kalorili ve kükürt oranı yüksek kömürlerin yaygın olarak kullanılması ve yanlış yakma tekniklerinin uygulanması da hava kirliliğini arttırıcı bir faktördür. Ayrıca İlimizin coğrafik konumu, topoğrafik yapısı, meteorolojik şartları, plansız kentleşme ve sanayileşme, hızlı nüfus artışı ile birlikte özellikle kış aylarında hava kirliliğinin artmasına sebep olabilmektedir. Çevre ve Orman Bakanlığı Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağına dahil olan 1 adet hava kalitesi ölçüm istasyonu İlimizde Osmangazi İlçesi Osmangazi Belediye Başkanlığı Fen İşleri Sahasında faaliyete geçmiş olup, partikül madde (PM10) ve SO₂ verilerinin ölçüm yapılmaktadır. Ölçüm sonuçlarına [www,havaizleme.gov,tr](http://www.havaizleme.gov.tr) adresinden ulaşılmaktadır.

BBB Başkanlığı tarafından Mayıs–2001 yılında, şehrimizdeki trafik ve ısınma kaynaklı hava kirliliği boyutlarını tespit ederek gerekli önlemleri almak amacıyla Hava Kalitesi İzleme Ağı kurulmuştur. Ölçüm sonuçlarına [www,bursa-bld,gov,tr/E-Belediye/Hava kalitesi](http://www,bursa-bld,gov,tr/E-Belediye/Hava%20kalitesi) adresinden ulaşılmaktadır.

Söz konusu ađ kapsamında Duaçınarı ve Burulaş'da bulunan iki ana istasyonda SO₂, CO, PM10, Ozon, NO₂ ve meteorolojik veriler ölçülürken, Hamitler Kent Katı Atık Depolama Tesisi ve Demirtaş Eski Çöp Depolama Sahası Rehabilitasyon alanındaki 2 küçük istasyonda yalnızca çöp gazlarından kaynaklanan HC parametresi ölçülmektedir.

İlimizde kirletici vasfı yüksek ve Sanayii Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği ilgili hükmü gereğince kapasitesi 10 MW'ın üzerinde olan tesislere sürekli ölçüm cihazının bağlanması sağlanmış olup baca gazı emisyonlarının (CO,

4.2.1. Kısa vadeli sınır değer (KVS)

Maksimum günlük ortalama değerler veya sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde istatistik olarak bütün ölçüm sonuçlarının % 95'ine tekabül eden değer üst Tablo'da verilen değeri aşmaması gereken değerdir.

4.2.2. Uzun vadeli sınır değer (UVS)

Yapılan bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan, üst Tablo'da verilen değeri aşmaması gereken değerdir. 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğine göre:

Tablo 4.3 Bursa ili ve ilçelerindeki hava kalitesi dinamik tablo (Bursa Hava Kalitesi İzleme Ağı).

Merkez	PM10 μ g/m ³	SO ₂ μ g/ m ³	Hava Sıcaklığı ⁰ C	Hava Basıncı	NO μ g/m ³	NO _x μ g/m ³	CO μ g/ m ³
Bursa	40	7	32,8	1009			
Nilüfer		92			3	6	432
Yıldırım		93			42	77	184

Tablo 4.4 Bursa İli hava kalitesi 2013 yılı son 5 aylık verileri (Bursa Hava Kalitesi İzleme Ağı).

Tarih	SO ₂ µg/m ³	NOµg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NO _x µg/m ³	COµg/m ³
01.01.2013	17				1485
05.01.2013	15	3	3	6	740
10.01.2013	17				1489
18.01.2013	14	3	3	6	292
24.01.2013	20	3	3	6	722
30.01.2013	16	3	3	6	830
01.02.2013	18	3	3	6	580
10.02.2013	17	3	3	6	696
24.02.2013	18				1158
28.02.2013	12				597
01.03.2013	30				775
05.03.2013	59				745
10.03.2013	67	3	3	6	1196
24.03.2013	63	3	3	6	1219
30.03.2013	64	3	3	6	966
01.04.2013	64	3	3	6	689
05.04.2013	62	3	3	6	734
10.04.2013	63	3	3	6	803
24.04.2013	62				698
30.04.2013	64				559
01.05.2013	63	3	3	6	527
05.05.2013	62	3	3	6	612
10.05.2013	62	3	3	6	199

4.2.3.Hava Kalitesi İndeksi

Bursa da özellikle kış aylarında yüzlerce insan, sağlıksız yakıt ve yakma sistemi kullanımı nedeniyle, hastalanmaktadır. Hava kirliliği ciddi boyutlarda ekonomik zarara neden olmakta ve insanların aşırı derecede ilaç tüketimine sebebiyet vermektedir. Yerel hava kalitesi, yaşadığımız ve soluduğumuz havayı ve hayatımızın kalitesini direkt etkiler. Hava durumu gibi hava kalitesi de gün gün veya saat saat değişmektedir. Hava kalitesi ve hava kirliliği hakkında basit bilgilerle halkın bilgilendirilmesi ve sağlıklarını nasıl koruyacaklarını öğrenmeleri için hesaplanan hava kalitesi indeksi verilmelidir. Hava Kalitesi indeksi (HKİ), hava kalitesinin günlük olarak rapor edilmesi için kullanılan bir indekstir. Yaşadığımız bölgenin havasının ne kadar temiz veya kirli olduğu ve ne tür sağlık etkilerinin oluşabileceği konusunda bilgiler verir.

Hava kalitesi indeksi, farklı hava kalitesi ile birlikte genel halk sağlığı üzerine etkisini, hava kirliliği seviyesini, sağlıksız seviyeye yükseldiğinde alınması gereken kademeleri de belirler. Bunlar; PM10, CO, SO₂, azot dioksit NO₂ ve O₃ dur.

Hava kalitesi indeksi altı kategoriden oluşmaktadır. Burada 1 (çok iyi) 6 (çok kötü) olarak sınıflandırılır. En yüksek kirletici için belirlenen değer indeks değeridir. En yüksek 2 kirletici sorumlu kirleticiler olarak raporlanır.

Tablo 4.5 Hava kalitesi indeksi (Bursa Hava Kalitesi İzleme Ağı).

Hava Kalitesi İndeksi	Sağlık Seviyesi	Renkler
HKİ aşağıda belirtilen aralıkta olduğunda	Hava Kalitesi	Aşağıda belirtilen renkler ile sembolize edilir
1	Çok iyi	Açık Yeşil
2	İyi	Yeşil
3	Yeterli	Koyu Yeşil
4	Orta	Sarı
5	Kötü	Turuncu
6	Çok kötü	Kırmızı

Tablo 4.6 Hava kalitesi değerleri (Bursa Hava Kalitesi İzleme Ağı).

	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM10
Hava Kalitesi İndeksi	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[mg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1 (Çok İyi)	0–50	0–45	0–1,9	0–35	0–25
2 (İyi)	51–199	46–89	2,0–7,9	36–89	26–69
3 (Yeterli)	200–399	90–179	8,0–10,9	90–179	70–109
4 (Orta)	400–899	180–299	11–13,9	180–239	110–139
5 (Kötü)	900–1499	300–699	14,0–39,9	240–359	140–599
6 (Çok Kötü)	>1500	>700	>40,0	>360	>600

4.3.Havakirliliğinin Oluşturduğu Yerel Bölgesel ve Küresel Sorunlar

İnsan sağlığının korunması ve yaşanabilir bir çevre için iyi bir hava kalitesine ihtiyaç duymaktayız. Özellikle son yıllarda gazete başlıklarında, insan aktivitelerinden kaynaklanan emisyonların hava kalitesine yansıyan tehlikeli etkilerini sıkça görmekteyiz. Örneğin; astım hastalığına yakalanan çocuk sayısında artış, ozon tabakasında oluşan deliğin büyümesi, asit yağmurları nedeniyle ormanların yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalınması, ekstrem hava koşullarının oluşması vs. Bütün bu sorunlarla ilgili yerel, ulusal ve uluslar arası düzeylerde çalışmalar yapılmakta, ancak çok daha fazlasına ihtiyacımız var.

4.3.1 İklim değişikliği

Dünya ikliminde doğal değişiklikler elbette olmaktadır. Ancak son yıllarda bu değişikliğe insan aktivitelerinin ciddi etkisi olduğu sonucu kabul görmektedir. Güneşten gelen radyasyonun dünya atmosferinde bulunan sera gazları tarafından tutulup dünyaya yeniden yansıtılmasıyla sera etkisi ortaya çıkmakta, insan aktiviteleri sonucu sera gazlarının miktarındaki artış bu etkiyi daha da arttırmakta ve “Küresel Isınma” sorunu

ortaya çıkmaktadır. Yoğun fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, ihtiyaçlarımız için dünya kaynaklarını yoğun kullanarak ortamı kirletmemiz nedeniyle dünyamız için durum kritikleşmektedir. Yağmur ormanları tahrip olmakta, buzullar erimekte ve çölleşme giderek artmaktadır. Bütün bunlar küresel ısınmanın sonuçları olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınmanın ana etkileri; deniz seviyesinde artış, sel, fırtına, kuraklık gibi extreme hava koşulları değişimleri.

4.3.2. Ozon tabakasının delinmesi

Ozon tabakası insanların hayatını sürdürebilmesi için önemli katmanlardan bir tanesidir. Bu tabaka, dünyayı zararlı ultraviyole radyasyondan korumaktadır. Özellikle CFC(kloro flor karbonlu gazlar) ozon tabakasını inceltmektedir. Ozon tabakası son 25 yıldır giderek incelmektedir. Antartika üzerindeki ozon tabakası ciddi derecede zarar görmüş olup delik giderek büyümektedir. Ozon tabakasının delinmesinin ana sebepleri; kloroflurokarbonlar (CFCs) ve hidroflorokarbonlar(HFCFs), soğutma, aerosol ve solventler, Metil bromide, tarım ve biokütle yanmasıdır. Yine ozon tabakasının delinmesinin ana etkileri ise insanlarda cilt kanseri, göz rahatsızlıkları, bağışıklık sistemi bozuklukları, deniz ekosisteminde zarar oluşması.

4.3.3. Asit yağmurları

Günümüzde insanlar araçlarda ve ısınma amaçlı olarak yoğun şekilde fosil yakıtlar kullanmaktadırlar. Fosil yakıtlar, kömür linyit ve petrol ürünleri olarak sayılabilir. Fosil yakıtların aşırı kullanımı nedeniyle doğal denge bozulmaya başlamış, atmosferdeki kükürtdioksit ve azot oksitlerin miktarının artması bu olaylar sonucu gerçekleşmektedir. Atmosferdeki su buharı ile birleşen bu kirleticiler asidik özelliktedir. Asit damlaları halinde yağış olarak yeryüzüne düşmelerine asit yağmurları denilmektedir. Asit yağmurları yoğun kirlilik olan bölgelerde canlı ve cansız hayata zarar verebildiği gibi, rüzgar gibi etkenlerle taşınarak daha uzak bölgelere de zarar verebilir. Asit yağmurlarının ana sebepleri; kükürtdioksit (SO₂) ve Azotoksitler (NO_x), fosil yakıtların yakılması, amonyak (NH₃), tarım olup asit yağmurlarının ana etkileri ise; balık ve bitki ölümleri, binaların aşındırıcı etki ile zarar görmesine neden olur. Bunun yanı sıra ağır metal ve nitrat benzeri kirleticiler, kolaylıkla yeraltı sularına yayılırlar (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013).

4.4. Hava Kirliliği Kaynakları

4.4.1. Doğal kaynaklar

Doğada gerçekleşen bazı doğal olaylar sonucu havayı kirleten maddeler ortaya çıkabilmektedir. Bu yolla ortaya çıkan kirleticiler atmosferde uzun süre kalmazlar. Bu olaylar; yanardağ faaliyetleri, orman yangınları, çöl tozları, açık arazideki hayvan türlerinin ve bitki örtüsünün bozulması (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013).

4.4.2. Yapay kaynaklar

İnsanoğlunun yaptığı faaliyetler nedeniyle doğanın dengesi olumsuz etkilenmektedir. Hava kirliliğinde, suni kaynaklardan meydana gelen kirlilik daha önemlidir. Çünkü günümüzde insanları en çok ilgilendiren, özellikle büyük yerleşim merkezleri ve sanayi alanlarındaki hava kirliliğidir. Bu kirlilikte daha çok insan faaliyetleri sonucu meydana gelir. Bu kaynaklar şöyle sıralanabilir: Isınma, ulaşım, sanayidir. İnsan kaynaklı faaliyetlerden oluşan bu kirlilik, bulunan bölgenin endüstriyel gelişimi, nüfusu, şehirleşme durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterir. Meteorolojik faktörler, konum ve topografik yapı, plansız kentleşme ve yeşil alanların yeterli miktarda bulunmaması ve kullanılan yakıtların kalitesi yapay kaynaklardan oluşan kirliliği etkileyen faktörlerdir (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013).

4.4.3. Isınma kaynaklı hava kirliliği

Kış aylarında ısınma amaçlı olarak odun, kömür, fuel-oil ve doğalgaz kullanılmaktadır. Bu yakıtların yakılmasıyla bacalardan çıkan karbonmonoksit(CO), kükürtdioksit(SO₂), azot oksitler(NO_x) ve partikül maddeler havayı kirletmektedir. Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğini azaltmak veya önlemek için şunları yapmalıyız:

- Yakıt tüketimi azaltılarak kaliteli yakıtlar kullanılmalı.
- Yakıtlar soba ve kaloriferlerde tekniğine uygun yakılmalı
- Binalarda ve evlerde ısı yalıtımına gidilmeli.
- Kalorifer ve soba bacaları her sezon başında mutlaka temizlenmeli (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013).

4.4.4. Ulaşım kaynaklı hava kirliliği

Kentlerde ısınmadan kaynaklanan kirlilik kadar, nüfus artışı ve gelir düzeyinin yükselmesine paralel olarak artan motorlu taşıtların neden olduğu zararlı egzoz gazları da önlem alınması gereken önemli bir hava kirliliği sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Benzinli ve dizel taşıtların çıkardığı egzoz gazlarında bulunan zararlı maddelerin, özellikle nüfus ve trafiğin yoğun olduğu büyük kent merkezlerinde çevreye verdiği zararlar çok daha fazla olmaktadır. Taşıtlardan kaynaklanan kirleticiler: Karbon monoksit(CO), azot oksitler(NO_x), hidrokarbonlar (HC) ve kurşundur(Pb) dur.

Taşıtların kirletici etkilerini önlemek veya azaltmak için neler yapmalıyız:

- Egzoz gazı emisyon ölçümü zamanında yapılmalı,
- Araçların muayene, bakım ve onarımları zamanında yapılmalı,
- Temiz yakıt kullanılmalı,
- Araç kapasitelerinin üzerinde yolcu ve yük taşınmamalı,
- Benzinli taşıtlarda katalitik konvertör takılmalı,
- Toplu taşımaya önem verilmeli (Ulusal Hava İzleme Ağı,2013).

4.4.5 Endüstri kaynaklı hava kirliliği

Kalkınmanın ana sektörlerinden biri olan sanayi ile çok yönlü ve birbirini etkileyen bir ilişki var. Bu etkileşimin yarattığı olumlu sonuçlar yanında, çevre koruma açısından önlemler alınmadığı ve uygun teknolojiler kullanılmadığı takdirde çevre üzerinde olumsuz sonuçlar doğuran kirlilik sorunu ortaya çıkmakta, giderek kaynakların tahribine, çevrenin hızla kirlenmesine ve sanayi sektöründen beklenen yararların giderek azalmasına neden olmaktadır (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013). Sanayi kaynaklı hava kirliliği önlemek veya azaltmak için şunları yapmalıyız:

- Temiz yakıt ve hammadde kullanım
- Kirliliği kaynağında yok edecek teknolojilerin kullanılması
- Tesislerin yakma ünitelerinde vasıflı yakıtların kullanılması
- Yeterli yükseklikte bacaların inşa edilmesi ve bacalarda filtre kullanılması
- Arıtma tesislerinin kurulması
- Atıkların değerlendirilmesi, düzenli ve sağlıklı boşaltılması
- Tesisler mümkün olduğu kadar yerleşim yerlerinin dışına yapılmalı
- Personele çevre konusunda eğitimler verilmeli

4.5. Kirletici Parametreler ve Sağlık Etkileri

Özellikle yapay kaynaklardan dış ortama verilen kirleticilerin yıllık miktarları birkaç yüz tondan milyonlarca tona kadar ulaşmaktadır. Bunlar oluştukları alan ve miktarlarına bağlı olarak değişen ölçülerde etki meydana getirirler. Havaya karışan kirleticilerin insanlarca solunması, havadan toprak, bitki, hayvan ve diğer çevresel ortamlara geçerek biriken kirleticilerin içme suyu ve besin zincirine karışmaları ile vücuda giren kimyasalların birikimi ve emilimi sonucunda meydana gelen olumsuz sağlık etkileri hava kirliliğinin en önemli sonucudur. Özellikle şehirlerde ısınma, trafik ve sanayiden kaynaklanan hava kirliliğinin son yıllarda artmasıyla sağlık problemlerinde de artış görülmektedir (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013).

Tablo 4.7 Kirletici parametreler ve sağlık etkileri (HİA).

Kirletici	Ana Kaynağı	Sağlık Etkileri
Kükürtioksit	Fosil yakıt yanması	Solunum yolu hastalıkları
Azotoksitler	Taşıt emisyonları, yüksek sıcaklıkta yakma prosesleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
Partikül madde	Sanayi, yakıt yanması, tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar	Kanser, kalp, solunum, bebek ölümleri
Karbonmonoksit	Eksik yanma ürünü, taşıt emisyonları	Kandaki hemoglobinle birleşip oksijen taşınmasını önleme, ölüm
Ozon	Trafikten kaynaklı azotoksitler ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) güneş ışığı ile değişimi	Solunum sistemi problemleri, göz ve burunda iritasyon, astım, vücut direncinde azalma

4.6 Hava Kalitesinin İzlenmesi

Ülkemizde hava kirliliği genel olarak ısınma, sanayi ve motorlu taşıtlardan, çarpık kentleşme, şehirlerin topoğrafik yapısı, atmosferik şartlar (inversiyon) ve meteorolojik parametreler (rüzgar hızı vb.), bina ve nüfus yoğunluğu gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır. Sınır değerlerin üzerinde konsantrasyona sahip olan kirleticilerin, insanlar ve çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu kirleticilerden insanların olumsuz yönde etkilenmemesi için en kısa sürede kirlilik seviyesinin bilinerek eyleme geçilmesi gereklidir. Hava kalitesinin doğru bir şekilde belirlenmesi önemlidir. Bunun için Ulusal Hava Kalitesi izleme kurulmuştur (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013).

4.6.1 Ulusal hava kalitesi izleme ağı

Hava kirliliğinin doğru bir Şekilde llmesi, tüm illerimizde hava kirliliği politikaları oluşturulması ve bu politikalar çerçevesinde illerin hava kalitesinin bir önceki yılın değerlerinden daha iyi durumlara getirilebilmesi amacıyla, Bakanlığımız tarafından 2005–2007 yılları arasında 81 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonları kurulmuştur. Bakanlığımız tarafından kurulan bu istasyonlara ek olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesine ait 10 adet, İzmir Büyükşehir Belediyesine ait 6 adet, Sağlık Bakanlığı Hıfzıssıhha Merkezi BaŐkanlıđı tarafından Ankara’da kurulan 8 adet ve Kocaeli Dilovası Organize Sanayi Bölgesi’ne ait 1 adet hava kalitesi ölçüm istasyonu da sisteme entegre edilmiş olup Türkiye genelinde Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı oluşturulmuştur. Bakanlığımız ve Sağlık Bakanlığı arasında 16 Mart 2009 tarihinde imzalanan protokol kapsamına Ankara’da bulunan 8 adet hava kalitesi ölçüm istasyonu Bakanlığımıza devredilmiŐtir. Ayrıca Bakanlığımıza ait olan 3 adet mobil hava kirliliği ölçüm aracı da sisteme entegre durumda olup, illerden gelen talepler doğrultusunda belli bir süre ölçüm yapmak üzere, il ve ilçelere sevk edilmektedir. Kurulan hava kirliliği ölçüm istasyonlarının hepsinde SO₂ ve PM10 parametreleri bazılarında ek olarak azotoksitler (NO, NO₂, NO_x), CO ve O₃ da tam otomatik olarak ölçülmektedir. lm istasyonlarında toplanan ölçüm verileri Bakanlığımıza ait özel bir ađ (VPN) zerinden GSM modemler aracılığıyla Bakanlığımız evre Referans Laboratuvarı Veri İşletim Merkezine aktarılarak izlenmekte ve www.havaizleme.gov.tr adresinde eŐzamanlı olarak yayınlanmaktadır. Saatlik ortalamalar Şeklinde istasyonlardan alınan veriler incelenerek doğrulama çalışmaları yapılmakta olup söz konusu verilerle aylık ve yıllık raporlar hazırlanarak yayınlanmaktadır (Ulusal Hava İzleme Ağı, 2013).













4.8. Bursa’nın Atıkları ve Atık Parametreleri

Bursa’da mevcut atıklar endüstriyel atıkların karakteri ve çevredeki etkileri, kaynağına bağlı olarak değişkenlik gösterirken, genelde alıcı ortam olan çevrede ciddi deđiŐiklikler yaratır. Öncelikle fotosentes-solunum devinimini bozarak kendini gösterir. Endüstrinin ortaya çıkardığı kirlilik doğa tarafından zmsenemez nitelik taşır. Bu kapsamda Bursa ili olarak belediyeler, evre ve orman bakanlığı, valiliklerin ortaklaşa yrrttikleri ciddi çalışmalar mevcuttur. Bu amaçla yapılan ilk çalışma atık su miktar ve karakterizasyonu üzerinedir. Atık su miktar ve karakterizasyonunun



















sağlıklı belirlenememesi ciddi ekonomik kayıplar doğurmaktadır. İşte bu kapsamda çalışmalar yürütölmektedir (Osmangazi Belediyesi).

BÖLÜM 5

5 BAZI MADELERE AİT GERİ DÖNÜŞÜM SEMBOL VE KODLARI

 <p>Sınıf 1: Patlayıcılar ve patlayıcı maddeler.</p>	 <p>Sınıf 2: Basınç sonucu hacmi daralmış, sıvılaştırılmış yada basınç ile çözülmüş gazlar.</p>	 <p>Sınıf 3: Tutuşabilen sıvılar.</p>
 <p>Sınıf 4.1: Tutuşabilir katılar</p>	 <p>Sınıf 4.2: Kendiliğinden tutuşan maddeler.</p>	 <p>Sınıf 4.3: Su ile temas ettiğinde tutuşan gazlar çıkaran maddeler.</p>
 <p>Sınıf 5.1: Oksitleyiciler.</p>	 <p>Sınıf 5.2: Organik peroksitler.</p>	 <p>Sınıf 6.1: Zehirli maddeler.</p>
 <p>Sınıf 9: Çeşitli tehlikeli maddeler ve nesnelere</p>	 <p>Plastik (genel)</p>	 <p>Yüksek yoğunluklu polietilen</p>

Şekil 5.1 Tüm dünyada kullanılan geri dönüşüm sembolleri (Atık .

 <p>03 PVC</p>	 <p>04 PE-LD</p>	 <p>05 PP</p>
PVC	Alçak yoğunluklu polietilen	Polipropilen
 <p>06 PS</p>	 <p>07 O</p>	 <p>20 PAP</p>
Polistiren	Plastik (diğer)	Kağıt(oluklu mukavva)
 <p>21 PAP</p>	 <p>40 FE</p>	 <p>22 PAP</p>
Kağıt (Diğer karton)	Demir	Kağıt
 <p>41 ALU</p>	 <p>50 FOR</p>	 <p>51 FOR</p>
Alüminyum	Ahşap(kereste ve tahta)	Ahşap(sıkıştırılmış mantar)
 <p>60 TEX</p>	 <p>70 GL</p>	 <p>71 GL</p>
Pamuk (tekstil)	Renksiz cam	Yeşil cam
 <p>72 GL</p>	 <p>84 C/PAP</p>	
Kahverengi cam	Tetra pak (karton içecek kutuları)	Atık Yağ

Şekil 5.1 Tüm dünyada kullanılan **geri dönüşüm** sembolleri (devam).

BÖLÜM 6

BURSA İLİ ATIKLARDAN ENERJİ ELDESİ VE YAPILAN ÇALIŞMALAR

6.1. Enerji

Tüm dünyanın küresel ısınmayla mücadele ettiği, aynı zamanda büyüyen enerji ihtiyacını karşılamak için alternatif arayışların hız kazandığı bir dönemde tarımsal potansiyelleri yüksek ülkelerde biyoyakıtlar; biyodizel, biyogaz ve bioetanol yeni fırsatlar yaratmıştır. Yenilenebilir, her yerde yetiştirilebilen, sosyo-ekonomik gelişme sağlayan, atıkları değerlendirebilen, çevre dostu, değişik enerji formlarına dönüşebilen, stratejik bir enerji kaynağı olan biyokütle enerjisi; biyometanlaştırma, biyofotoliz, fermentasyon, piroliz, gazlaştırma, karbonizasyon, esterleşme gibi yöntemlerle karbon ve hidrojen zengin, yüksek ısı değerli, kolay taşınabilir ve depolanabilir, alternatif yakıtlara dönüştürülebilmektedir.

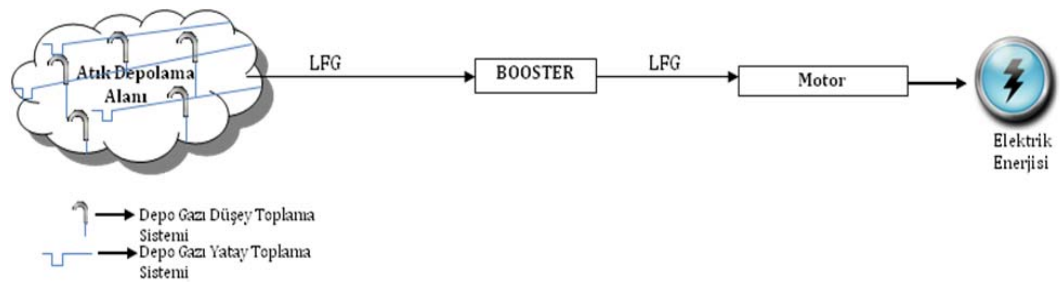
Biyokütle hammaddeleri olarak orman ürünleri, yağlı tohumlar, karbonhidratlar, elyaf bitkileri, bitkisel artıklar ve atıklar, hayvansal atıklar, kentsel ve endüstriyel atıkların kullanıldığı düşünülürse potansiyelin büyüklüğü görülebilecektir. Bazı ülkeler bu kapsamda yatırımlar yapmayı öngörmüşlerdir. İsveç otomobil ve motor fabrikaları biyoyakıt kullanımı, Brezilya akaryakıt ihtiyacının %80'ini biyoyakıtlardan karşılamayı başardı ve ABD ile ihracat anlaşması imzaladı. Çin ve Hindistan on binlerce tesis yatırımı yaptı. Özellikle son yıllarda fosil yakıtlardan çevre dostu olan doğal gazın tüm dünyada kullanımı yaygınlaşmaya başladı. Bursa İli de bu düşünceyle yola çıkarak yenilenebilir enerji çalışmasında bulunmuştur.

6.2. Bursa Kent Katı Atık Depolama Alanında Metan Gazından Enerji Elde Edilmesi

Bu çalışma Bursa'da "12.Çevre Sağlığı Hizmetleri" adı altında yürütülmekte olup çalışmada amaç, stratejisindeki amaç; bütün canlıların ortak varlığı kabul edilen çevrenin, çevresel değerlerin ve ekolojik dengenin; tahribi, bozulması ve yok olmasını önlemeye yönelik olarak sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını ve

geliştirilmesini sağlamak kapsamında alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırmak ve uygulanabilir projeleri hazırlamak çalışmalara başlanmış ve 19.05.2012 tarihinde elektrik üretimine geçilmiştir.

Deponi gazı, katı atığın içerisindeki organik atığın anaerobik ortamda ayrışması sonucu oluşan doğal bir yan üründür ve tahminen yarı yarıya metan ile karbondioksit gazlarından ve azot bileşikleri, organik kükürt, oksijen, su buharı gibi az miktarda organik bileşikler ile inorganik bileşiklerden oluşur. Burada enerji üretimini sağlayan sistem; yatay ve düşey borulama sistemiyle oluşan gaz toplama sistemi ve gazı çeken booster sisteminden oluşmaktadır (şekil 6.1)



şekil 6.1 Metanın elektrik enerjisine dönüşümü.



şekil 6.2 Deponi gaz toplama vadisi görüntüsü.



şekil 6.3 Deponi gazı sistemi farklı bölgelerden görüntüler.

Enerji Üretim Tesisinde her biri 1,4 MW gücünde 7 adet jeneratör ile saatte 5.400 m³ çöp gazı toplanarak 9.800 kW/h elektrik üretilmeye başlanmıştır. Sahadaki gaz kompozisyonu günlük olarak takip edilmekte ve kumanda odasında bu değerler kayıt altına alınmaktadır.



Şekil 6.4 Enerji dönüşüm ünitesi (metan gazı depo alanı-Bursa)

Üretilen elektrik enerjisi için EPDK'dan Yenilenebilir Enerji Üretim lisansı alınmıştır. Deponi gazının içinde bulunan metan gazı, enerji üretim tesisinde sistemin tasarım ve verimliliğine bağlı olarak tahmini %30–40 oranları arasında yakalanır ve su ile karbondioksit formuna dönüştürülür. Böylelikle, karbondioksite oranla 21 kat daha fazla zararlı etki gösteren metan gazının doğrudan sera gazı etkisi azaltılmış olur.

Ayrıca, kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanımından elde edilen enerji yerine deponi gazının değerlendirilmesiyle elde edilen yenilenebilir enerji kullanıldığı için hem yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı dengelenmekte hem de fosil yakıtlardaki metan gazının dolaylı sera etkisi de azaltılmaktadır.

Deponi gazının içinde yer alan karbondioksit ve karbon monoksit gazlarının zehirleyici etkisi, hidrojen sülfür gazının toksik etkisi, benzol, vinil klorür gibi iz gazların kanserojenik etkisi gibi diğer bileşiklerin de olumsuz sağlık riskleri azaltılmaktadır. Aynı zamanda, asit yağmurlarına yol açan sülfür dioksit, solunum rahatsızlıklarına yol açan partikül madde, ozon ve sis formunda dağılan azot oksit emisyonu yaratan fosil yakıtların kullanımının da azalmasıyla birlikte yerel hava kalitesine katkı sağlanmaktadır. Deponi gazının toplanması sayesinde hidrojen sülfür ve hidrokarbonlar gibi çoğunlukla sülfatlardan kaynaklanan depolama alanı koku problemi kontrol altına alınmaktadır.

Bursa Kent Katı Atık Depolama Alanında oluşan metan gazından enerji elde edilmesiyle birlikte sera gazı etkisine neden olan yaklaşık 235.000 ton/yıl karbondioksit (CO₂) salınımı azaltılmaktadır. Çevresel değerlerin korunmasının yanı sıra, enerji ihtiyacının sürekli arttığı günümüzde KKADA’nda oluşan metan gazının yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla birlikte yıllık 47.000 konutun aydınlatmasına eşdeğer yaklaşık 76.204.800 kw/h elektrik enerjisi üretilmektedir.

Enerji elde edilmesiyle birlikte hem ekonomik kazanç sağlanmakta, hem de metan gazının toplanması sayesinde iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının da azaltılması ve kokuya neden olan gazların da bertarafı sağlanmaktadır.



(a)



(b)

Şekil 6.5 (a) Booster kazanı, (b) jeneratör sistemi.

Ayrıca su arıtma işleminden elde edilen son çamur birikintisinin de çürütülerek metan gazı elde edilme imkanının olduğunu ancak bunun kazancının ve imkanının yeterli olmaması nedeniyle üzerinde çalışılmadığını tespit ettim. Ayrıca elde edilen çamur çimento fabrikalarına yakıt takviyesi olarak verilebilirken hektarlarca alanda oluşturulan çukurlara gömülmekte ve daha sonra ömrünü tamamlamış denilerek yeni hektarlarca alanlar bu işler için tahsis edilmektedir. Uygulanan bu sistem sonucunda tarımsal alan ve yeşil alan olarak kullanılacak hektarlarca toprak yok olmakla yüz yüze kalmaktadır.

BÖLÜM 7

ATIK BERTARAFINDA ETKİ AZALTICI ÖNLEMLER, YÖNTEMLER VE ÖNERİLER

7.1. Etki Azaltıcı Önlemler

Atık bertaraf tesisleri her ne kadar çevresel anlamda atıkların oluşturacağı zararlı etkileri bertaraf etmek, atıkları geri kazanmak veya bu atıklardan enerji kazanarak yararlanmak amacıyla bir politika yürütse de bu süreç içinde ciddi riskler doğurabilecek tehlikelerde oluşturabilmektedir. Bu tehlikeleri minimize etmek adına arıtma veya bertaraf tesislerinde dikkat edilmesi gerekenler vardır. Bu bölümde, kompost tesisleri, yakma tesisleri ve düzenli depolama alanları gibi atık bertaraf tesisleri için etki azaltıcı önlemler açıklanmaktadır.

7.1.1. Kompost tesisleri

Rahatsızlık verici kokuların önlenmesi için kompostlama süreci boyunca aerobik koşulların devamlı olarak muhafaza edilmesi sağlanmalıdır. Atıkların içinden yüksek basınçlı hava geçirmek yerine, hava, kompost malzemeye emdirilirse kirli havanın çevreye karışması azaltılmış olur. Kokulu bileşenlerin (NH_3 , yağ asitleri) azaltılması amacıyla toplanan havanın biyolojik filtreler gibi bir arıtma ünitesinden geçirilmesi çevreye olacak etkiyi önemli oranda azaltacaktır. Kompostlama işlemlerinden kaynaklanan atık suyun uygun bir arıtma tesisinde arıtılması ve daha sonra alıcı ortama deşarj edilmesi gereklidir (ÇOB).

7.1.2. Atık yakma tesisleri

Hava kirliliği, baca gazı arıtma/temizleme sistemleri ile minimize edilmelidir. Uçucu gazlardaki yanıcı olmayan maddelerin (CO , C_xH_y) miktarını azaltıcı diğer bir önleyici yöntem minimum 2 saniye kapasiteye sahip bir yanma odasının (850°C 'den yüksek) eklenmesidir. Atık yakma tesislerindeki uçucu gazlar CO ve bazı hidrokarbonları içerir. Yüksek ısıda, yeterli yakma süresi ve fazla miktarda oksijen sağlanmasıyla bu bileşikler ısıl olarak parçalanır ve zararsız moleküllere (CO_2 ve H_2O) dönüşür. Yakma işlemi düzgün şekilde gerçekleştiğinde, küller ve cüruf daha sonra yol yapımında, çimentoda dolgu maddesi olarak ve asfalt yapımında

kullanılabilir. Yakma işlemi sonunda oluşan malzemenin yeniden kullanılmadığı durumlarda düzenli depolama nihai bertaraf yöntemi olarak kullanılabilir. Yakma çalışmaları esnasında NO_x, CO, TOK, HCl, HF, SO₂, ateşleme ısısı, oksijenin dumanla karışma oranı, basınç, sıcaklık, ağır metaller, dioksinler ve furanlar gibi parametreler sürekli ölçülmeli ve izlenmelidir (ÇOB).

7.1.3 Düzenli depolama tesisleri

Sızıntı suyuna bağlı olarak yeraltı sularının kirlenmesi düzenli depolama alanlarının geçirgenliği düşük topraklar üzerine yapılması ile azaltılabilir. Sızıntı suyu toplama sistemi yapılırken, arıtma ve kontrol konuları dikkate alınmalıdır. Geçirimsiz astar tabaka sistemi üzerinde toplanan sızıntı suyu, önce atık su arıtma tesisine, oradan alıcı yüzey suyuna, ya da merkezi kanalizasyon sistemine deşarj edilebilir. Arıtılmış sızıntı suyunun atık depolama sistemine geri döndürülmesi ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır. Atık depolama alanlarına atık taşınırken ortaya çıkabilecek toz, depolama alanına giden yolun asfaltlanması, nakliye için kullanılacak yolun kısa tutulması suretiyle ve taşıma, boşaltma aşamalarında sulama yapılması ile azaltılabilir (ÇOB).

Hidrojen sülfat gaz çıkışı ve atıkların anaerobik biyolojik bozunması sonucu ortaya çıkan diğer gazların (özellikle metan) sebep olduğu rahatsızlık verici koku, gelen atıkların sıkıştırılmasıyla, atıkların üzerlerinin günlük olarak toprakla kaplanması ve gaz kontrol sisteminin kurulması ile azaltılabilmektedir. Tesis tabanında biriken depo gazlarının patlama riskini azaltmak için de gaz kontrol sistemi uygulanmalı ve ayrıca saha etrafına gaz denetimi için kontrol kuyuları kurulmalıdır. Depolama alanlarının peyzaja olumsuz etkisi de tampon bölgelerin kurulması ve bu alanların ağaçlandırılması ile önlenir. Düzenli depolama tesislerinde şu parametrelere sürekli izlenmelidir; tesiste meydana gelebilecek oturma ve çökmeler, arıtma sonrası atık su kalitesi tesbiti, hava kalitesi tesbiti, izleme kuyularının açılması ve yeraltı suyunun kalitesinin izlenmesi ve gürültü seviyeleri (ÇOB).

7.2. Tıbbi ve Tehlikeli Atıklar

Tıbbi ve tehlikeli atıklar mevzuata uygun bir şekilde özel depolama alanlarında depolanabilir ya da ruhsatlı yakma tesislerinde bertaraf edilebilirler. Bu tip bertaraf yöntemlerinden dolayı kaynaklanabilecek çevresel etkiler ve bunlarla ilgili alınabilecek

önlemler yukarıdaki bölümlerde özetlenmiştir. Bunların yanı sıra tıbbi ve tehlikeli atıkların yönetimi ve bertarafı için projeler geliştirilirken göz önüne alınması gereken bazı önemli hususlar aşağıda sunulmaktadır:

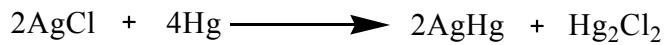
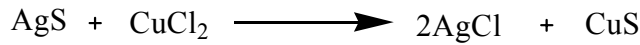
- Tıbbi ve tehlikeli atık miktarının kaynağında en aza indirilmesi,
- Tıbbi ve tehlikeli atıkların evsel atıkları ile karıştırılmaması,
- Tıbbi ve tehlikeli atık yönetimiyle ilgili personelin periyodik olarak eğitimden ve sağlık kontrolünden geçirilmesi,
- Tıbbi ve tehlikeli atıklar evsel atıklarla aynı düzenli depolama alanlarında depolanacak ise özel bir bölümde evsel atıklardan ayrı olarak ya da sadece tıbbi ya da tehlikeli atıklar için yapılmış özel bir bertaraf alanında depolanmalıdırlar. Ancak tıbbi atıklarda, sterilizasyon işlemine tabi tutularak zararsız hale getirilen atıklar, evsel atık depolama alanlarında depolanarak bertaraf edilebilir.
- Tıbbi ve tehlikeli atıklar, özel atık yakma tesislerinde ya da bakanlığın gerekli gördüğü durumlarda ve izni dahilinde, çevreye zarar verilmemesi, gereken tedbirlerin alınması, baca gazı emisyonlarında Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerinin sağlanması ve uygun şartlarda çimento fabrikalarında da yakılabilir.
- Yakma tesislerinde tıbbi ve tehlikeli atıkların yakılması için tesislerde yanma odasına bağlı bir son yanma bölümünün bulunması, yakma fırınındaki ilk bölme sıcaklığının en az 900°C'de tutulması, sıcaklığın sürekli kaydedilerek kontrol edilmesi, son yanma bölümünde ek bir brülörün bulunması, sıcaklık alt sınırın altına düşünce brülörün otomatik olarak devreye girmesi, bu bölümde en düşük yakma sıcaklığının 850°C, %1'den fazla halojenli organik içeren maddelerde ise 1100°C ve alıkoyma süresinin en az 2 saniye olması zorunludur (ÇOB).

7.3. Röntgen ve Fotoğraf Sularından Gümüş Kazanımı

Resmi ve özel hastanelerde kullanılan röntgen makinelerinden çıkan röntgen suları, fotoğraf ve matbaacılıktan kaynaklanan atık fotoğraf banyo sularından gümüş geri kazanımı mümkündür. Son yıllarda Çevre ve Orman Bakanlığı bu çalışmalarını yürütmek adına lisans verecekleri firmalar ile bu çalışmalarını yürütmeyi amaçlamışlardır.

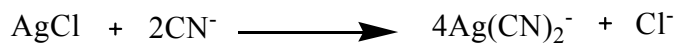
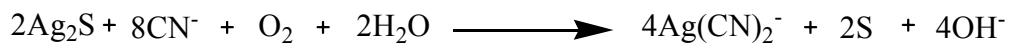
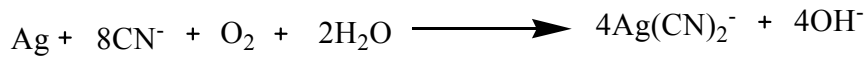
Şu anda Bursa ilinde henüz böyle bir çalışma yürütülmemiş olup bu atıklar tıbbi atık veya evsel atık boyutunda işleme maruz kalmaktadır. Gümüş geri kazanımı için uygulanan liç etme metodu, elektroliz metodu, amalgam metodu vs. birçok yöntem mevcuttur. Bu yöntemlerden birtanesi; atık filmler önce parçalanarak suda çözündürülür, Daha sonra suda çözündürülmüş jelatin filmler KMnO_4 , K_2CrO_7 , $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$, NaCN veya H_2O_2 gibi maddelerin biri yardımıyla su ortamındaki gümüş iyonlarının yükseltgenmesi sağlanır. Yükseltgenme sonucu açığa çıkan Ag^+ iyonu elektroliz ile geri kazanılır (cevreonline).

Bir başka yöntemde amalgam metodu dur. Parçalanmış gümüş atıklar su ile çamur haline getirilir. Çamur haline gelen cevher önce tuz sonrada civa ile etkileştirilerek elementel gümüş elde edilir.

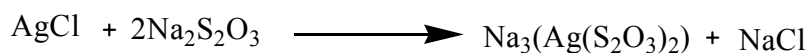
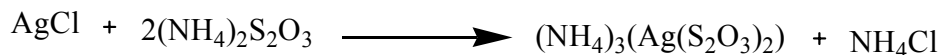


Ag-Hg amalgamındaki gümüş ise destillenerek uzaklaştırılır.

Bir başka yöntem de liç yöntemidir. Bu yöntem de gümüş cevheri üzerine sodyum siyanür veya potasyum siyanür çözeltisi ilave edilerek gümüş çözünür. Ortamdaki çözünen gümüşler karbon ile absorbe edilir.



Başka bir yöntem de sodyum tiyosülfat ve amonyum tiyosülfat ile karıştırılarak çözülmesi esasına dayanır. Elde edilen çözülden gümüş çinko ile veya elektrokimyasal yöntemle çözücü ortamından alınır.



7.4. Plastiklerin Geri Kazanımı

Aşağıda açıklanan yöntem fillandiya laboratuvar çalışmalarından alınmış olup plastiklerin ısı kapasiteleri Tablo 7.1’de verilmiştir.

Tablo 7.1 Plastik malzemelerin ısı kapasiteleri (Yla-Mella 2002).

Malzeme	Isı Kapasitesi (MJ/Kg)
PCV	18
PE	27
PET	46
PS	41
ABS	35
Fuel Oil	41
Kömür	26
Doğal gaz	36
Kömür (Turba)	10
Kağıt	17

* Birim MJ/m³ (0 °C)

7.4.1. Mekanik geri dönüşüm

Plastik malzemelerde mekanik geri dönüşüm işlemi ile atıklar kurtarılabilir. Bu aşamada önce atık plastik reçine tipine göre ayrıştırılır. Sonra kirlerden arındırılmak için yıkanır, taşlanır ve kırılır, daha sonra uygun ısıda eritilir. Ancak geri dönüşüm işlemine tabi tutulmuş bir malzemenin ticari değeri çok az olmak kaydı ile düşmekte ve elde edilen üründe ilk üretilen aynı tür plastik ürüne nazaran grimsi renklere ton farkları gözlenmektedir. Bunlara ilave olarak işleme tabi tutulmuş polimerler ısı, ultraviyole, radyasyon, oksijen etkisi ve ozon etkisi nedeniyle kullanımda bazı bozulmalar gözlenir. Bu nedenle bakir olarak ifade edebileceğimiz polimerler daha iyi performans gösterirler. Plastikler geri dönüşümleri esnasında kereste benzeri bir malzemeye dönüşür. Bu nedenle bazı durumlarda ahşap yerine kullanılabilir. Geri dönüşüme tabi tutulmuş plastik yüksek kaliteli reçine ile harmanlanarak kullanılır (Aguado ve Serrano 1999).

7.4.2. Hammadde dönüşümü

Bu dönüşüm kimyasal veya üçüncül geri dönüşüm olarak adlandırılır. Çeşitli ajanlar, ısı ve kimyasal işlemler vasıtasıyla ham ürünler elde etme esasına dayanır (Aguado ve Serrano 1999).

7.4.3. Hidrojenasyon

Bu yöntemde plastiğin polimer zinciri parçalanır. Böylece büyük ölçüde doymuş ürünlerin oluşumuna yol açar. Ayrıca hidrojenlenme sonucunda klor, nitrojen, sülfür gibi hetero atomların oluşumu sağlanır. Ancak maliyetinin yüksek olması ve yüksek basınca ihtiyaç duyması sakıncalı yanlarıdır. Tipik bir hidrojenasyon işlemi geçiş metalleri olan paladyum, nikel, molibden ve demir gibi metalleri içerir böylece alüminyum, zeolit veya alüminyum silikat gibi maddeler yakalanır (Aguado ve Serrano 1999).

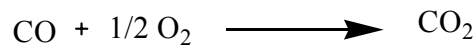
7.4.4. Gazifikasyon

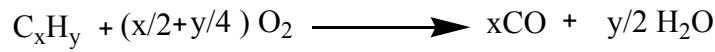
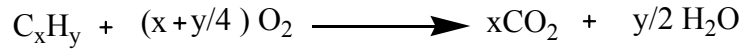
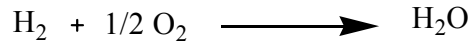
Karbonlu malzemelerin oksidasyonu sonucunda ortama CO ve H₂ karışımlarının verilmesi işlemidir, Bu gazlar sentez gazları olarak ta adlandırılır, Gazlaştırmanın temel amacı plastik atıkları plastik olmayan katı arıklarla karıştırmayı sağlamaktır. Kazanç elde edilen sentez gazının miktarına ve uygulanmasına bağlıdır. Sentez gazı metanol, amonyak, asetik asit gibi çeşitli kimyasal maddelerin sentezinde veya bazen de yakmada yakıt amaçlı olarak kullanılabilir. Aslında elde edilen sentez gazı enerji amaçlı kullanılır. Oksijen veya hava bir gazifikasyon ajanı olup karbondioksit ve suda tam oksidasyonu korumak için reaksiyon ortamında düşük oranda tutulmalıdır (Aguado ve Serrano 1999).

Hammedenin Ayrıştırılması:

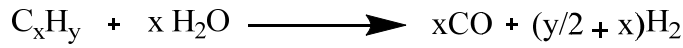
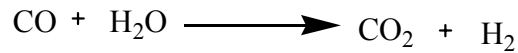
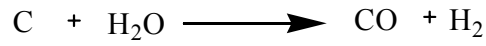


Sonra oksijen ile reaksiyon gerçekleşir.

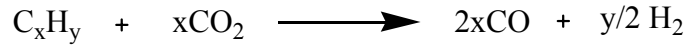
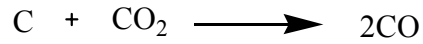




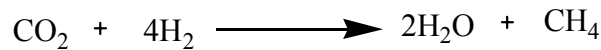
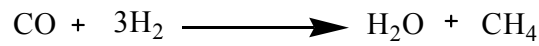
Su ile reaksiyon:



CO2 ile reaksiyon:



Metelasyon reaksiyonları:

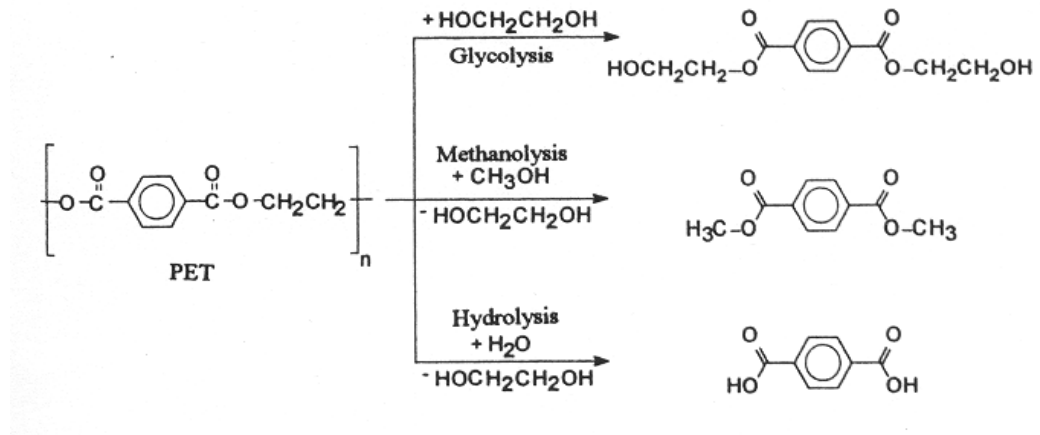


Ancak başlangıç maddelerinin heterojenliği, erimiş plastiğin yüksek akışkanlığının olması, ortamda HCl ve PVC gibi aşındırıcı maddelerin olması ortamda problemler doğurur. Bu nedenle aşağıda değindiğimiz bazı ayrıntıların dikkate alınması gerekir.

7.4.5. Kimyasal depolimerizasyon

Bu işlemde polimerler farklı reaktifleri varlığında orijinal monomerleri ile kırılır. Depolimerizasyonda elde edilen polimerler bakir polimerler ile aynı özelliklere sahiptirler. Bu şekilde oluşturulmuş polimerler poliesterler, poliamitler, poliasetatlar

olabilir. Polimeri parçalamak için kullanılan kimyasal ajan glikoz, metanoliz, hidroliz, aminoliz yöntemleri olabilir. PET için bir örnek aşağıdadır (Janssen ve Van Santen, 1999).

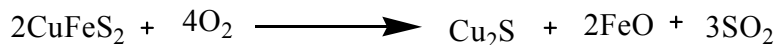


7.5. Metallerin Geri Kazanım Yöntemleri

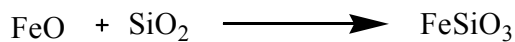
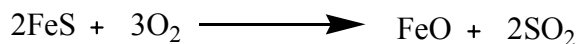
7.5.1. Bakır

Bakır içeren atık kısımlar kırılarak öğütülür. Flatasyon (yüzdürme) yöntemiyle zenginleştirme yapılır. Flatasyon yönteminde zenginleştirme pirametalurjik (kavurma) ve midrometalurjik (sıyırma) yöntemlerinden biri veya ikisiyle yapılır.

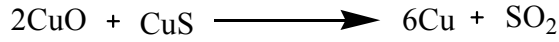
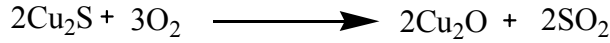
Zenginleştirmedeki temel amaç bakır ihtiva eden minerallerin bazı kirliliklerden ya da başka bileşiklerden ayrılmasını sağlamaktır. **Pirametalurlik yöntem de;** kaynak havada kavrulur (MEB, 2008).



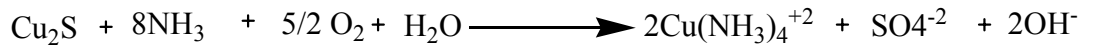
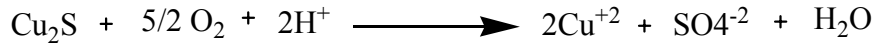
Elde edilen mineral alev fırınlarında $\frac{1}{4}$ oranında SiO_2 ile birlikte karıştırılıp konverterlerde ısıtılır. Bu aşamada cüruf ve mat kısım halinde iki tabaka oluşur. Ortamdaki istenmeyen safsızlıklar (demir gibi) silikatlar halinde cüruf tabakaya geçer.



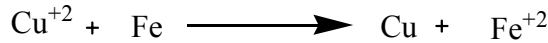
Ortamdaki kükürt SO_2 'ye dönüşerek gaz halinde uzaklaşır ve bakır sülfür indirgenir.



Hidro metalurjik yöntem ise avantajlı olup, avantajı atık içerisinde çok düşük oranlarda dahi bulunan bakırın elde edilebilmesidir. Sistemin prensibi atığın asidik veya bazik çözeltilerden hava geçirilmesi ile atık içindeki bakırın Cu^{+2} halinde çözelti ortamına geçmesini sağlamaktır.

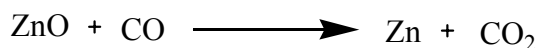
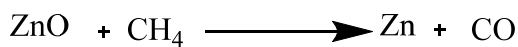
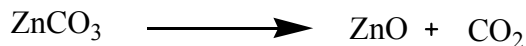


Bu aşamadan sonra ortama atık demir parçalarının atılması ile bakır indirgenerek saf elde edilir. Reaksiyonda elde edilen bakır elektroliz yöntemi ile çözücünden alınır (MEB, 2008).



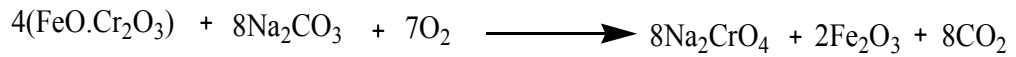
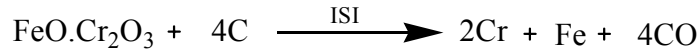
7.5.2. Çinko

Mevcut atık ısıtılır. Çinko gaz halinde elde edilir. Ancak çok hızlı bir şekilde soğutma sistemine tabi tutulup toz haline dönüştürülür. Fakat halen saf çinko elde edilmemiş olabilir, yani içerisinde Fe, Cu, Ar gibi safsızlıklar olabilir. Bunun için de ayrımsal damıtma yöntemi uygulanır. Bu yöntem de atık 906°C 'ye kadar kaynatılır. (Çinko'nun KN: 906°C). Gaz çıkışı olur ve gaz içerisinde çinko mevcut olduğu için çok hızlı bir sistem ile soğutmaya tabi tutulur (MEB, 2008).



7.5.3. Krom

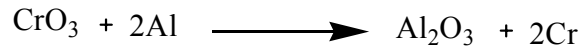
Krom içeren atıklar karbon ile birlikte fırında ısıtılarak indirgenmesi sağlanır.



Elde edilen karışım su ile etkileştirilip Na_2CrO_4 'ın çözünerek sıvı ortama geçmesi sağlanır. Bu çözünme işlemi ile Fe_2O_3 de ortamdan ayrılmış olur. Ortama derişik H_2SO_4 eklenir.

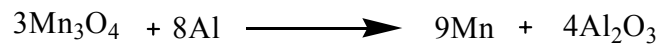


Gerçekleşen reaksiyon sonrasında elde edilen çözelti soğutulur. Burada amaç, Na_2SO_4 bileşimini kristallendirmektir. Na_2CrO_7 ise karbon ilavesiyle indirgenir(MEB, 2008).



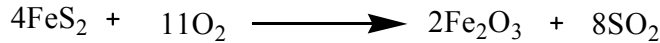
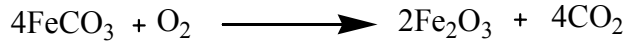
7.5.4. Mangan

Atıklar parçanır ve ısıtılır. Isıtılan atıklar Mn_3O_4 'e dönüşür ve Al ile indirgenerek saflaştırılır (MEB, 2008).

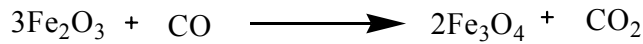
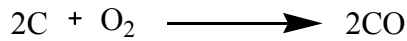


7.5.5. Demir

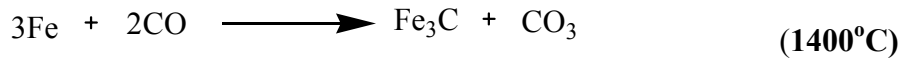
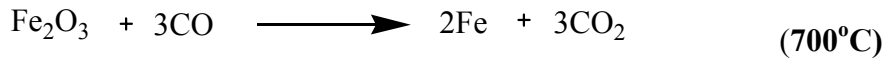
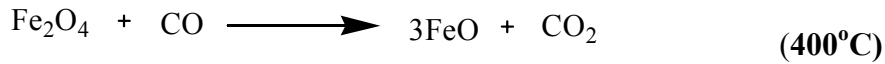
Demir içeren atıklar kavrulur. Kavurmadaki amaç, demirin oksitleri haline getirilerek yükseltgenmesini sağlamaktır. Elde edilen demir oksitleri yüksek ısılı fırınlarda karbon ile indirgenerek ham demir elde edilir.



Demir içeren atık önceden ısıtılmış fırına alınırken fırına oksijen takviyesi veya sıcak hava takviyesi de yapılmalıdır. Ergimiş haldeki demir alınarak CO ile indirgenir. Buradaki CO yakma esnasında kullanılan kömürün oksijene yükseltgenmesi ile oluşur.



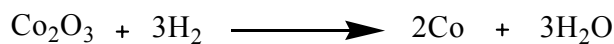
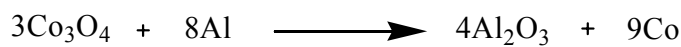
Bu fırınlarda ısınma devam ettikçe demir indirgenmeye devam eder. 400°C'de demir (III) oksite indirgenirken, 700°C'de demir (II) okside indirgenir. Bu şekilde ergimiş demir toplanarak istenen kaynaklarda kullanılır (MEB, 2008)



7.5.6. Kobalt

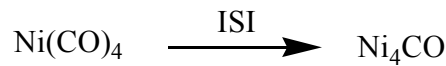
Kobalt atıkları genellikle nikel, demir, bakır ve kurşun gibi metallerin elde edilmesinde yan ürün olarak görülebilir. Gerçekleşen çeşitli kimyasal işlemlerle bu minerallerden ayrıştırılarak elde edilir. Önce oksidine dönüştürülür sonra Al ile alüminotermi yöntemi veya H₂ ile indirgenerek elde edilir

Atıklardan elde edilen kobaltta böylece hem tıbbi malzemelerin özellikle ameliyatlarda kullanılan kesici aletlerin yapımında veya demir alaşımı gibi daha dayanıklı malzemeler imal etmek amacıyla kullanılır (MEB, 2008).



7.5.7. Nikel

Nikel atıkları öğütülüp yüzdürme yöntemiyle zenginleştirilir. Önce havada sonra yüksek ısıli fırında kavrulup oksitlerine dönüştürülür. Oksitler karbon ve su ile indirgenir. Elektroliz yöntemi uygulanarak saflaştırılır. Bunun için önce toz haline getirilmiş nikel üzerinden CO gazı geçirilir. Böylece Ni(CO)₄ oluşur ve ortamdaki fazla CO buharlaştırılır. Geride kalan karışım ise 200°C'de ısıtılarak nikel elde edilir (MEB, 2008).

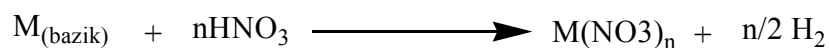


7.6 Atık Altın/Gümüş Parça ve Tozlarının Geri Dönüşümü

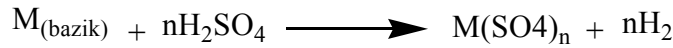
Kuyumcu atölyelerinde (bilezik atölyeleri, tamir atölyeleri vb.) kuyumcu tamircilerden ve küçük çaplı atölyelerden altının işlenmesi sırasında yere dökülen, parlatma ve temizleme esnasında oluşan artık altın tozları piyasada yer ve cila ramadı olarak tanımlanmaktadır. Kuyumcu atölyelerinde, oluşan ayak ramadı ve cila ramadından altın ve gümüşün saf olarak elde edilmesi işlemleri iki metodla yapılmaktadır (belgeler.com).

7.6.1 Çeyrekleme yöntemi

Bu yöntem yapısında platin içermeyen hurdalardan elde edilmiş yapısında altın bulunan alaşımların rafinasyonu tekniğine dayalıdır. Bu tekniğe çeyrekleme denmesinin nedeni % 25 civarında altın olduğu düşünülen alaşımlara uygulanmasıdır. Alaşım nitrik asitte çözülür ve böylece altın alaşımındaki öteki maddelerden ayrılır. Daha sonra suya dökülerek kürecikler halini alır ve yapısındaki nitrik asitten de kurtarılmış olur.

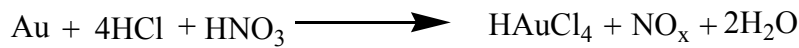


Eğer alaşımda bakır çinko gibi diğer metallerde varsa nitrik asit yerine H₂SO₄ kullanılır (belgeler.com). Bununla gerçekleşecek reaksiyon:

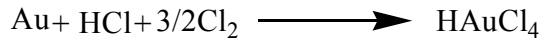
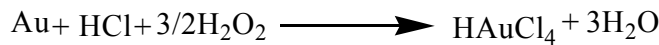


7.6.2 Flotasyon (Kral Suyu)

Kral suyu hacimce 3/1 oranında hidroklorik asit ve nitrik asit karışımında oluşur. Bu ortamda çözünen altın alaşımı şu reaksiyonları verir.

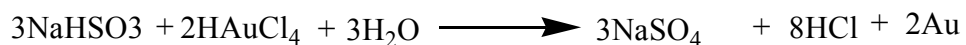
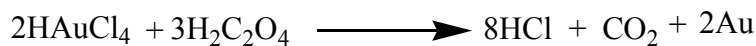
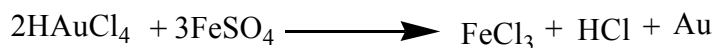
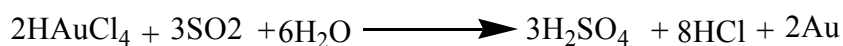


Sonuçta ortamda oluşan azot oksitlerin etkisini ortadan kaldırmak için HCl+H₂O₂ karışımlarında kullanılır. Gerçekleşen reaksiyonlar aşağıdaki gibidir.



Bu çözücü ortamlarında altın, platin, paladyum, bakır, çinko ve nikel gibi metaller çözünürken gümüş klorür, rutenyum, iridyum, rodyum ve osmiyum çözünmeyerek ya da çözünmeyen bileşikler halinde çökerek kalırlar.

Çözme işleminden sonra klorlu çözeltilerden altının çöktürülmesi için çeşitli redüktantlar kullanılır. En yaygın olanlar; kükürt dioksit, sodyum sülfat, metabisülfid, oksalit asitlerdir. Bunların dışında demir sülfat, kalay klorür, tetraftalat, sitratlar, demir sülfat, kalay klorür, odun kömürü, hidrojen ve hidrioejn sülfür vb maddelerde kullanılır. Reaksiyonlar aşağıdaki gibidir.



Bunların dışında yağın olarak kullanılan altın kazanım prosesleride mevcuttur. Bu prosesler; doğrudan oksitleyici ergitme yöntemi, solvent ekstraksiyon yöntemi, miller prosesi, wolhwill elektrolit işlemleri, fizzer hücre işlemleri, ateşte rafinasyon yöntemi, küpelasyon yöntemi vs. yöntemler (belgeler.com).

7.7 Atık Lastiklerin Geri Kazanım Yöntemleri

Ömrünü Tamamlamış lastikler ekonomik olarak değerlidir ve geri kazanımı mümkündür. Ömrünü tamamlamış lastiklerin iki tip geri kazanım yöntemi vardır. Birincisi fiziksel bir yöntem olan kırma yöntemi, ikincisi ise piroliz yöntemidir. Piroliz yöntemi ile ömrünü tamamlamış lastiklerin ve atık yağların geri kazanım planlanmaktadır (AGM geri dönüşüm, 2011).

Kırma yönteminde amaç ÖTL'lerin boyutlarının azaltılmasıdır. Teslim alınan ÖTL'ler silindir dişli çarklarda parçalanır kalın tel, elyaf ve lastik kısımlar ayrıştırılır. Besleme ünitelerine alınır burada oluşan granül lastikler elekler aracılığı ile boyutlarına göre (1 mm, 3 mm, 4 mm) ayrıştırılıp torbalanırlar. Bu işlem iki yöntemle yapılabilir:

- Parçalama (Shredding metodu).
- Normal hava koşullarında parçalara ayırma veya çok düşük sıcaklıkta parçalar ayırma (Cryogenic metodu) (Uzun, 1994).

Kırma sonucunda elde edilen malzeme parça, granül ve toz olarak bilinir. Torbalanan granüller üretilecek yeni ürünlerin hammaddesi olarak üretim tesislerine yollanır. Bu yeni ürünlerle; el arabası tekerlekleri, çöp kutuları, çim halı sahalar, park ve bahçe vs. yerlerin kaplama malzemeleri, kent mobilyaları, sinyal işaretleri, spor ve rekreasyon alanları kaplamalarında vs. alanlarda kullanılır (Uzun, 1994).

Piroliz yöntemi; kimyasal bir işlem olup geri kazanım tekniği ve ekonomisi itibariyle verimli ve aynı zamanda pahalı bir yöntemdir. Bu yöntemle, ÖTL içindeki gazlar, yağlar, çelik tel ve is karası ayrıştırılmakta ve ekonomik değeri çok yüksek maddeler elde edilmektedir. Elde edilen yüksek kalorifik değeri olan yağlar olduğu gibi kullanılmakla beraber bir rafinaj işlemi sonrasında mazot ve benzeri akaryakıt olarak da kullanılabilir. Ayrıca yağlar, hiçbir değişikliğe gerek kalmadan elektrik üretiminde de yakıt veya çimento fabrikalarında alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (AGM geri dönüşüm, 2011).

Piroliz yönteminin diğer çıktısı olan gazlar ise yanıcı olma özelliği nedeniyle hem kendi tesisinin enerji ihtiyacını karşılamada hem de gaz olarak alternatif enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Diğer ürün olan karbon karası ise kauçuk bazlı birçok ürün için hammadde olarak kullanılabilir. Bu yöntem ile kullanılmış atık lastikler termoliz yöntemi ile parçalanıp çelik tel, karbon siyahı, pirolitik yağ ve gaz ürünler elde edilir (AGM geri dönüşüm, 2011).

Tablo 7.2 ÖTL den elde edilen maddeler ve oranları (AGM geri dönüşüm).

Ürün Adı	Yüzde Miktarı (%)	Ortalama Miktarı (ton/yıl)
Pirolitik yağ	43–45	660
Karbon siyahı	33–35	510
Çelik tel	10	150
Yanıcı gaz	8–10	135

Kazanımda hammadde, çelik ve tekstilin ayrıldığı granül haldeki ÖTL'lerdir. Granül haldeki madde, genelde araç lastiklerinde kullanılan isopren ya da butadien içeren lastiklerdir. NR, IR, SBR, CBR, NBR gibi kodları vardır. Otomobil lastikleri ise bıçaklarla doğranarak ayrıştırılır. Butadien ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$), kloropren ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CCl}=\text{CH}_2$), akrilanitril ($\text{CH}_2=\text{CHCN}$), stiren ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$) gibi bazı doymamış organik bileşiklerle sentetik kauçuklar elde edilir. Sentetik kauçuk tabii kauçukun niteliklerine sahip değildir ve dolgu lastiklerinde kullanılır (ERÇEV, 2013).

7.7.1. Karbon Siyahı (CBp):



Şekil 7.1 Karbon siyahı.

Piroliz yöntemi sonucunda elde edilen temel madde karbon siyahıdır. Karbon siyahı kauçuk bazlı maddelerin dayanıklılığını, kuvvetini rengini değiştirmekte ve genel

performansını arttırmaktadır. Piroliz sonucunda ortaya çıkan karbon siyahı piyasadaki CBp'ye oranla çok daha ekonomik olduğu için belli üretim alanlarında dolgu ve katkı maddesi olarak kullanılır. Karbon siyahının kullanıldığı bazı yerler; siyah poşet, kablo, konveyör bant, hortum, paspas, araba yedek parçaları, kauçuk malzemelerde boya hammadde, taban ve zemin kaplama malzemesi vs (AGM geri döngüm, 2011).

7.7.2. Pirolitik Yağ



Şekil 7.2 Pirolitik yağ (Uzun, 1994).

Ömrünü tamamlamış lastiklerin piroliz işlemine tabi tutulması neticesinde organik moleküllerin oksijensiz ortamda sıcaklık etkisiyle bozunmaları sonucunda elde edilen bir sıvıdır. Çok miktarda bileşenden oluşan bir karışımdır. Pirolitik yağ kalitesi kullanılan ısı ile alakalıdır. Genellikle 400-560°C ısıda piroliz gerçekleştirilmelidir. Sıcaklık arttıkça pirolitik yağ katı olur ancak daha sıvı olması istenirse ısı derecesi de düşük tutulur. Pirolitik yağın içeriğinde, reçine endüstrisinde kullanılan fenoller, uçucu organik asitler, levoglukosan, hidroksi asetaldehit ve ilaç endüstrisinde, fiber sentezinde veya gübre endüstrisinde ve yiyecek endüstrisinde kullanım alanı bulan bazı ilave maddeler gibi biyokütle pirolitik yağından ekstrakte edilen çok sayıda madde vardır. Mazot eşdeğeri bir ürün olup jeneratörlerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu yağlar elde edildikten sonra hiçbir değişikliğe uğramadan kullanılabilirler. Pirolitik yağın kullanıldığı yerler; elektrik üretiminde yakıt olarak, çimento fabrikalarında alternatif enerji kaynağı olarak, boya imalatında, plastik ve kauçuk imalatında, kok kömürü üretiminde, asfalt vb. dolgu malzemesi alanlarıdır.

7.7.3. Yanıcı gaz

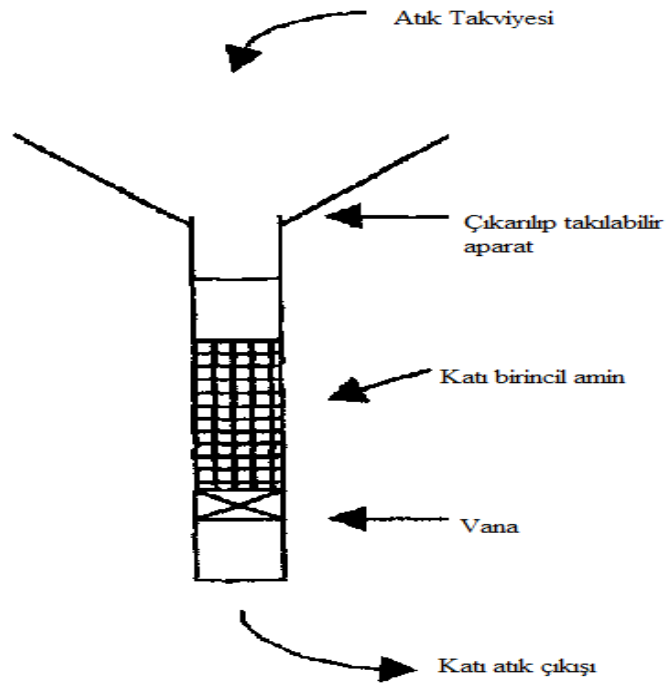
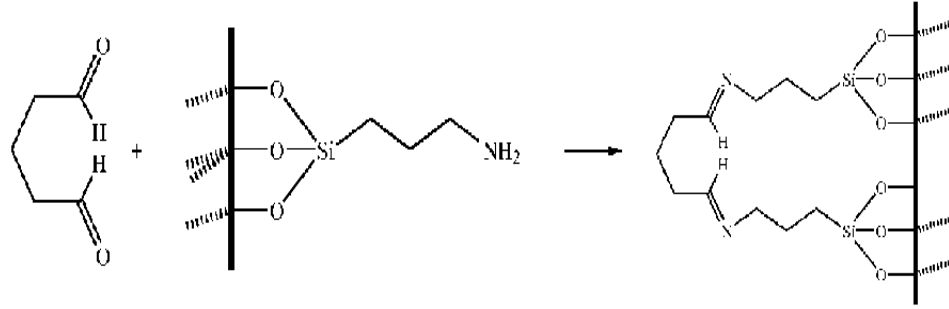
Piroliz işlemi sırasında yoğunlaştırılmayan gazdır. Kalorifik değer olarak doğalgazdan daha üstündür. Uygun şartlarda depolandığı takdirde doğalgaz ve LPG olarak kullanılabilir. Piroliz ünitesi şu kısımlardan oluşmaktadır: (AGM geri dönüşüm, 2011).

- Reaktör Ünitesi
- Isıtma Ünitesi
- Soğutma ünitesi
- Yoğunlaştırma ünitesi
- Gaz depolama tankı
- Gaz filtreleme ünitesi
- Yağ depolama ünitesi
- Karbon siyahı, çelik tel ayırma kırma ve paketleme ünitesi

7.8 Sularda Bulunan Bazı Maddelerin Geri Kazanım Yöntemleri

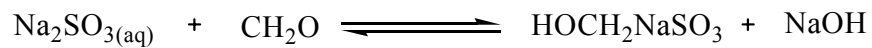
7.8.1 Aldehitlerin arıtımı ve geri kazanımı

Kullanılmış ve kirlenmiş sularda birçok kimyasal madde olmasına karşın Bursadaki su arıtma tesislerinde gerçekleştirilen arıtma yöntemlerinde sadece biyolojik arıtma yapılmaktadır. Bu nedenle arıtılan ve deşaj edilen su içerisinde olma ihtimali yüksek bazı tehlikeli kimyasallar arındırılmadan deşaj ünitelerine verilmektedir. Deşaj edilen bu sular tabiatta döngü halinde tekrar bizlerin kullanımına sunulmaktadır. İşte bu nedenle sularda bulun tehlikeli kimyasallardan olan aldehitler Şekil 7.3'te geliştirilen sistemdeki gibi silika bir tabaka üzerinde tutularak sularadan arındırılabilir. Sistemde gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda zamanla silika tabakadaki aldehit birikir ve tabakada temizlenir. (US Patent, US: 6.776.904 B2)



Şekil 7.3 Atıklardan aldehit ayrıştırılması (US Patent).

Yine benzer yöntemle atık su içerisinde bulunan formaldehitin nötralizasyonu gerçekleştirilebilir. Atık suyun sodyum sülfite (NaSO_3) veya sodyum bisülfite (NaHSO_3) ile reaksiyonu sonucu formaldehit sularadan arındırılmış olur. (USP US: 6,426,182 B1)



7.8.2 Metallerin geri kazanım ve arıtılması

Atık sularda bulunan metallerin geri kazanımı veya giderimi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden bazıları; sementasyon, koagülasyon, çöktürme (kompleks yaparak çöktürme), elektrolitik geri kazanma, solvent ekstraksiyonu, sıvı membranlar, ters ozmoz, şarjlı membran ultrafiltrasyonu, ozonla muamele, köpüklü ayırma (flotasyon), aktif karbon ile muamele, iyon değiştirme, evaporatif geri kazanma, elektrodializ, çeşitli adsorbentler, ileri arıtma yöntemleridir. Biz bu çalışmada bu yöntemlerden sadece birkaçına değineceğiz.

7.8.2.1 Demir ve mangan:

Bu çalışmada ozonlama yöntemi kullanılır. İlk olarak ön ozonlama ile metaller oksitlerine çevrilir ve filtrelendirir. Oksitleme ile demir tamamen mangan ise kısmen silisyum filtrede tutulur. Bu nedenle tekrar bir ozonlama işlemine gerek duyulur. Son ozonlama işlemi de gerçekleştirilerek mangan oksitlendirilip karbon filtresinde tutulur. Karbon filtresinde su içerisinde kalan ozonda tutularak suyun saflaştırılması sağlanır.

7.8.2.2. Arsenik:

Burada uygulanan yöntem ters ozmoz (reverse osmosis) yöntemidir. Bu sistemde kullanılan membran tabaka bir duvar gibi davranarak arsenik iyonlarını (demir, mangan vs. bazı metalleri de) % 95 oranında tutmaktadır. Böylece katı halde elde edilen arsenik sudan arındırılmış olur.

7.9 Tıbbi Atıkların Nötralizasyonunda Geliştirilen Yeni Yöntemler

ABD’de geliştirilen bir yöntem olan Elektro Termal Deaktivasyon (ETD) metodu sayesinde sıvı tıbbi atıklar ışınlamaya maruz bırakılarak dezenfekte edilir. Bu ışınlamada kullanılan malzeme kobaltın bir radyoaktif izotopu olan kobalt 60 tır. Böylece dezenfekte olan tıbbi atığın temas halinde zararlı etkileri yok edilmiş olur (Klangsin ve Harding).

7.10 e-Atıkların Tıbbi Alanda Kullanımı

Atılan e- atıklar tıbbi alanlarda kullanılmaktadır. E-atıklardan elde edilebilen PVA, sıvı kristal ekran (LCD), TV, bilgisayar vs.malzemelerdir. e-atıklardan personel

enfeksiyonlarında ve ekoli bakterileri ile mücadelede yararlanılabilir. Özellikle bu konu üzerinde ABD’de ciddi çalışmalar yapılmaktadır. PVA yüksek ısıda ısıtılıp etanol ile dehidratasyon sonucuna uğratılır ve soğutularak biyo medikla uygulamalarda kullanılır.

PVA’lar insan vücuduyla ciddi uyumluluk göstermesi nedeniyle hap, ilaç kapsulleri, vücut sargıları vs. uygulamalarda kullanılabilir (Eart 911).

7.11 Atık Piller ve Bataryaların Geri Kazanımına Yönelik Öneriler

Türkiye de atık pil ve bataryalar tehlikeli atık sınıfına girmelerine rağmen henüz geri kazanımına yönelik çalışmalar yapılamamaktadır. Bunun nedeni istenen seviyede atık pil toplanamayıdır. Ancak 2005 yılından beri ciddi anlamda çalışmalar yapılamaya başlanmıştır.

Bu amaçla atık piller için avrupada kullanılan bazı yöntemler şunlardır:

- Termal Prosesler (elektrik ark ocakları, yüksek fırınlar, demir döküm fırınlar vs.)
- Hidrometalurjik Prosesler
- Vakumlu Destilasyon prosesleri
- Solventle Ayırıştırma Prosesleri

Bu yöntemlerden bazılarını değinecek olursak:

7.11.1. Hidrometalurji prosesi

Üç kısımdan gerçekleşen bu proseste amaç sıvı kimyasallar kullanılarak metalin atık ortamından uzaklaştırılmasıdır.

a) Liç yöntemi; mevcut atık asit veya baz içeren uygun bir kimyasalda çözünerek çözelti ortamına alınır. (Liç verimini pH değişimi, sıcaklık ve oksidasyon etkileyebilir.)

b) Safsızlaştırma; Liç işlemi ile çözelti ortamına istenmeyen maddeler de geçmiş olabilir. Bu nedenle bazı yöntemler kullanılarak bu süreç tamamlanır.

Solvent ekstraksiyon; bu aşamada başka bir çözücü kullanılarak farklı iki faz oluşturulur. Metal yüklü organik faz ve yüksüz çözelti elde edilmiş olur. Yüksüz çözelti proseste tekrar kullanılabilir. Yüklü organik kısım ise elektro kazanım ile metalden ayrılır.

İyon değiştirme; doğal zeolit, reçine, aktif karbon gibi maddeler kullanılarak anyon-kasyon değişimi sayesinde metaller kazanılabilir.

c)Metal Kazanım; Hidrometalurjinin son adımındır. Sıvı faza geçirilerek safsızlaştırılan metal tekrar katı faza geçirilerek kazanılır. Bu kazanımda elektro kazanım ve metal ile çöktürme süreçlerini kapsar.

Elektro kazanım; metal içeren çözelti içinden elektrik akımı geçirilir ve metal indirgenerek katot plakalar üzerinde toplanır.

Metal ile çöktürme; çözelti ortamındaki metalden daha aktif bir metal talaşı çözeltiye atılır. (genellikle Zn) talaş içindeki metal çözelti ortamına geçerken elde edilmek istenen metal indirgenerek çöker ve katı faza geçer.

7.11.2.Solventle ayırıştırma prosesi

Burada amaç istenilen metalin farklı faza geçirilerek ayrılmasıdır. Yani çözelti ortamındaki maddeyi çözen fakat ortamdaki çözelti ile karışmayan çifte organik faz oluşturan saflaştırma değil bir ayırma yöntemidir. Şu süreçler takip ediri:

a) Sıvı-sıvı ekstraksiyonu: İki sıvının yoğunluk farkından yararlanarak ayırma hunisi kullanılarak ayrılır. Eğer sıvıların yoğunlukları yakın olursa ortama NaCl ilave edilerek doyurulup yoğunluk farkı sağlanır ve işlem gerçekleştirilir. Ancak bu çalışmada ortamda gaz oluşma ihtimaline karşı hunilerde musluklar arada sırada açılarak gazın ortamdaki uzaklaştırılması sağlanır.

b) Katı-sıvı ekstraksiyonu: Katı kısım tozlaştırılır ve uygun bir çözücüde çözülür. Yine ekstraksiyona tabi tutulur.

Öteki yöntemlerde benzer uygulama aşamalarında yapılan çalışmalar ile atık pil ve aküler geri kazanılıp bertaraf edilmektedir.



Şekil 7.4 Ekstraksiyon sistemi (tr.wikipedia.org).

7.12.3.Kirlilik azaltıcı öneriler

Yapmış olduğum çalışmada yaşamsal gereklilik olarak üretmiş olduğumuz atıkların yaratacağı sonuçların farkında olmayan bir toplum olduğumuzu ve bu nedenle ciddi kirliliklerin oluşmasına da katkılar sağladığımızı gözlemledim. Özellikle ev hanımları ve temizlik personelleri bu anlamda ciddi bilgi eksikliği yaşadıklarını dile getirmektedirler. Ev hanımları ve hastane temizlik işleri çalışanlarıyla yapmış olduğum sohbetlerimde bu konunun ciddiyetinin daha büyük çaplarda olduğunu tespit ettim. Bu nedenle bu olumsuz durumların en aza indirilmesi için bazı konulara dikkat edilmelidir.

- Tehlikeli atıkların, atık pillerin, e- atıkların ve diğer tüm atık sınıflarının yaratacağı tehlikeler hakkında halk bilinçlendirilmelidir. Bu anlamda halkın anlayacağı dilde seminerlere ağırlık verilmeli,
- Pillerin sağlıklı olarak toplanabilmesi için çöp konteynerlerinin yanına veya evlerin giriş kapıları önlerine sadece atık pil ve küçük elektronik-elektrik atıkların konacağı bir atık toplama kutusu konmalıdır. Çünkü hiç kimse elindeki pili veya e-atığı nereye vereceğini bilmiyor ve mecburen evsel atık olarak çöplere bırakıyor
- Başka alternatifler değerlendirilerek pilli oyuncakların üretimine son verilmelidir.
- Naylon poşetler, ambalajlar vs.malzemelerde para iadeli depozitolu ürün üretimine geçilmeli. Örneğin; yumurta kalıp kutularının tekrar kullanımı için ürün alındığı yere verilmesi. Yani depozitolu olması
- Promosyon ve reklam amaçlı üretilen ürünlere son verilmeli. Örneğin; bir bankanın iki adet kahve fincanını reklam amaçlı olarak gereksiz biçimde yapılmış kocaman karton kutularda sunması gibi kullanılar,
- Boyalı baskı yapılmış kıyafetlerin üretimlerine düzenleme getirilmeli. Örneğin Bursa ilinde iş güvenliğinden yoksun alanlarda merdiven altı ve kontrolsüz bir şekilde üretimler yapılmaktadır. Üretim esnasında oluşan kirlilikler direkt lavabolara boşaltılmakta, çevreye dökülmekte veya havaya salınmaktadır. Bu nedenle çevre halkı bu konuda bilinçlendirilirse ve maruz kaldıkları etkilerin farkına varırsa bu tarz üretim yapan sağlıksız ortamların çalışmalarına da engel olacaktır.

- Numaramatik sistemlerine yeni bir düzenleme getirilmeli ve kağıtla numara verilmek yerine numaratorlere TC kimlik noları yazılarak direkt sisteme verilmeli. Ayrıca yol ve yolculuk esnasında işlemlerin elektronik olarak işleyeceği sistem üzerinde çalışmalar yürütülmeli. Böylece gereksiz yere kağıt sarfiyatının önüne de geçilmiş olur.
- Belediyeler mahallelere tek tip değil en az üç tip çöp kovaları koymalı ve farklı tür atıkların istenmeyen çöp kovalarında olması durumunda mahalle halkını sorumlu tutmalı (buna benzer bir yöntem Almanya’da uygulanmakta).
- Arıtma veya geri dönüşüm amacıyla yapılan çalışmalarda tam anlamıyla arıtma sistemlerine geçilmeli. Özellikle suların arıtılmasında arıtma teknikleri eksiksiz uygulanmalı.
- Türkiye olarak “Beşikten Beşiğe’ çalışmaları ” dahil olacak çalışmaların içine giremeliyiz. Bu anlamad gerekirse yatırımlardan kaçınılmamalı,
- Kullanılmış yağların asla çöpe veya lavaboya boşaltılmaması gerektiği bilinci aşılanmalı,
- İzmit Körfez’de uygulanan projenin örnek alınarak Türkiye’de yaygınlaştırılması. Söz konusu projede ilgili birimlerce yapılan “teslim edilen atık yağ kadar sıvı yağ atık yağı teslim eden kişiye veya birime verilmesi” uygulaması yapılmaktadır.
- Frütöz gibi daha çok yağ sarfiyatına neden olabilecek cihazların kullanımından kaçınılmalı.
- Her türlü organik atıklar, bitkisel ve hayvansal atıklar, endüstriyel gıda atıkları ve Bursa atık su arıtma çamurları kompostlaştırılarak gübre amaçlı kullanılabilir. Burada kompostun en faydalı tarafı toprağın yeniden yapılanması ve toprağın elementlerce zenginleşmesini sağlamak olacaktır. Böylece suni gübrelerden daha faklı bir yol izlenmiş olacaktır. Bunun dışında arıtma çamurlarının gömüleceği hektarlarca alan da ziyan edilmemiş olacaktır.
- Daha çok toplu ulaşımlar tercih edilmeli. Acil ve zorunlu durumlar dışında şahsi araç kullanımından vaz geçilmeli.

- Tıbbi atık kaynaklarının olduğu alanlarda eğitim ve denetimlere ciddi yaptırımlar yapılmalı.
- Evsel atıklara karışma riski taşıyan tıbbi atıklar için tıbbi atık toplama kutuları oluşturulmalı (evlerdeki oluşacak tıbbi atıkların boyutu çok fazla).
- Laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen atıklar ve yıkama atık suları, röntgen yıkama suları, dişçilik suları, sıvı kimyasallar vs. atıklar lavabolara dökülmemelidir. Bu maddelerin tehlikeli atık sınıfına girdikleri unutulmamalıdır.
- Sitotoksik ve farmasötik atıklarda evsel atık muamelesine tabi tutulmaktadır. Bu konunun da ciddiyetle üzerinde durulması gerekmektedir.
- Sanayi sahaları ciddi kontrollerden geçirilmelidir. Bu amaç için yatırımlar yapılmalıdır.
- Yeşil alan artırma çalışmalarına acilen hız kazandırılmalıdır.
- Yapısında bir çok kimyasal madde barındıran havai fişekleri ciddi oranlarda tüketen ülkelerden biriyiz. Havai fişeklerin birer bomba oldukları unutulmamalı ve patlatıldıklarında hava kirliliğine neden olacak maddeler içerdiği düşünülerek devlet tarafından satışlarına yasal düzenlemeler ve sınırlamalar getirilmeli.

BÖLÜM 8

CRADLE TO CRADLE (BEŞİKTEN BEŞİĞE) ÇALIŞMALARI VE AVRUPADAKİ BAZI BİLİM İNSANLARININ ATIKLAR İLE İLGİLİ ÖNERİLERİ

Bu bölümde bazı bilim adamlarının “Çöplerle Nereye” adlı çalışmada atıklar ile ilgili olarak savunmuş oldukları önemli fikirler yer almaktadır.

8.1 Çöplerle Nereye?

Prof. Max Dohmenn Almanya Aachen’de yapılan röportajında Sayın Dohmenn tek varilli çöp sistemi üzerinde yoğunlaşıyor. O’na göre yeniden işlenmiş veya işlenecek malzemeler kalite açısından daha düşüktür. Bu nedenle geri dönüştürülen ürünlerin daha kaliteli olması için Almanya’da sarı konteynır/varil sisteminin kullanımı düşünülmüştür. Sebep olarak nemli ve rutubetli çöplerin (bebek bezleri, gıda maddeleri, ıslak atıkların vs.) geri dönüşümü düşünülen maddeleri yararsız hale getirmektedir. Sarı konteynırlarda demir, pil, ütü tava, cep telefonu vs. atıklar toplanacağı ve bunların da geri dönüşüm kazancının % 60-%70 olması planlanıyor. Bu sistemle çöpler türlerine göre ayrılarak Çöp Değerlendirme Tesisi’nce bu maddeler uygun iş kollarına geri hammadde olarak takdim ediliyor. Böylece kullanılmış maddeler fabrikalarda ek yakıt olarak fayda sağlıyor. Amaç enerji tasarrufu ve tabiatı korumaktır. Çünkü bu ek yakıt maddelerinin enerji sınırı linyit kömüründen daha yüksektir.

Dohmenn gemi atıklarını da büyük bir problem olarak görmekte ve bu nedenle nehir ve göllerde yasal olmayan durumların da ortadan kalkmasını hedefliyor.

Toplumun özellikle ambalajlı ürünlere yönelimi nedeniyle ambalaj atıkları da ayrı bir problemdir. Bu duruma çözüm olarak doğal maddelerden elde edilen ekolojik sisteme uygun plastik ürünler ele alınıyor. Fakat Avrupa Birliği bu çözüme karşıdır. Çünkü organik maddelerden elde edilecek plastikte nişasta, laktik asit ve selüloz kullanılması gerekmektedir. Mesela polilaktik asit bildiğimiz mısırdan elde edilir. Bununla da PED şişelerin üretimi mümkün olur. Ancak bu durum avantaj sağlamaktan

uzaktır. Çünkü 1 hektarlık alana ekili mısırdan 2-4 ton organik plastik ancak kazanılabilir.

Diplom. İng’de Mühendis Helmut Nägele’ye göre; kağıt imalatında meydana gelen atık ürünler sentetik maddelere dönüştürülebilir. Dünyada kağıt üretimi için yaklaşık 250 milyon ton linyin tüketiliyor, ancak atıkları sentetik maddelerine dönüştürürsek 190 milyon ton linyin tüketileceğinin mümkün olduğunu ve böylece 60 milyon ton linyin kazancının sağlanacağını savunuyor.

Bir çevre bilimcisi olan İndra Enterlein’e göre; doğal maddelerden üretilmiş ambalajlar şu an kullanmış olduğumuz plastik ambalajlardan daha faydalı değildir. Çünkü bu doğal maddelerin üretim sürecinde harcanan enerji pestisit açısından aynı zararı vardır. O’na göre tek çözüm toplumun gereksiz ambalaj kullanma hastalığını terk etmesidir.

Bir çevre bilimcisi olan Michael Braungart’a göre; şu ana kadar kullanılmış tüm atıklar tamamen çürüsün veya tekrar kullanılsın ve her şeyi yeniden üretelim düşüncesinde. Yani üretilen her şey tekrar aynı amaç için geri kullanılabilirlik niyetiyle üretilsin. O’na göre “**cradle to cradle**” yani “**beşikten-beşiğe**” amacı çerçevesinde her ürün yararlı kalmak niyetiyle üretilsin ve bunun adına faydalı dönüşüm densin. Yani, atmak yerine yeniden değerlendirmeyi hedefleyelim. Örneğin, zehirli kimyasal madde içermeyen boyaların, kullanımı bitmiş ürünlerin çöp olarak son bulması yerine teknik bir dönüşümle yeniden üretime geçirmek düşüncesindedir. Çünkü bu gün üretilen her ürün çöp olacak şekilde üretilmekte ve bunun geri dönüşüm amaçlı kullanılması avantajlı olmayacağı gibi doğaya da zarar verecektir.

M. Braungart atıkların gereksiz yakıldığını ve yakma sonucunda etkili hammaddelerin geri kazanılamayacak hale geldiğini savunuyor.

Çevre Koruma Eyalet Birimi’nden Dr. Michael Angrick’e göre; tüketim olağandır, çünkü bütün tüketilecek ürünler bu ebedi döngü içindedir. Michael Braungart’ın fikirlerinin aksini söylememekle beraber tek çarenin tasarruf olduğunu dile getiriyor.

Rethmann Grup yöneticisi olan Norbert Rethmann’a göre; çok amaçlı kullanım için hiçbir ek fikir sunulmamakta ve bilimsel düşünceler uygulanmamaktadır. Bilimsel düşünceler uygulanmadığı gibi yapılamamaktadır da. Norbert Retmann bakırın önemli olduğunu ve dünyada petrolden daha az olduğunu dile getirmektedir. Bu nedenle

önemli gördüğü bakırın elektronik atıkların geri dönüşümünde kaybolduğunu savunmaktadır. O'na göre bakır önemlidir çünkü ısıtma ürünlerinde, çelik endüstrisinde, asfalt yapımında vs. alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin, bir TV yapımında 360 adet kimyasal madde kullanılıyor ve bu kimyasal maddelerin çoğu zehirli maddelerdir. Zehirli olan bu maddeleri ayırmak ve yeniden kullanım amacıyla yapılan çalışmada zehrin artmaması için özel fabrikalar inşa edilebilir. Bu da yine “**cradle to cradle**” düşüncesi içinde olup özellikle tekstil sanayisinde uygulanabilir. Çünkü tekstil alanında üretilen maddelerde zehirli kimyasallar oldukça çok kullanılmaktadır. Burada amaçlanan düşünce sanayide kullanılmakta olan zehirli maddelerin tekrar kullanımını sağlama düşüncesidir. Bu amaç doğrultusunda “temiz” bir üretim gerçekleştirilebilir. Böylece tasarruf sağlanacak ve çöp üretimi azalacaktır. Dr. Michael Angrick'e göre siyasi teahüt yeterli derecededir. Bu nedenle Almanya Geri Dönüşüm Yasası gereğince bütün üreticilerin kendi ürünlerini aşırken üretim sorumlulukları vardır. Her üretici ürettikleriyle sorumludur ki; geri dönüşümün mümkünatı olsun.

Amerikalı bir mimar olan William McDonough Michael ise; Braungart'ın düşüncelerini gerçekleştirmeye yönelik projeler çiziyor. O'nun amacı kullanışlı inşaat malzemeleri ile ev inşa etmektir. İnşa ettikleri bu evler oksijen üreten, güneş enerjisini kullanabilen, kullanılmış atık suyu temizleyebilen evler olmalıdır. O'nun temel hedefi böyle evler için uygun malzemeler üretmektir. William McDonough'a göre, yapılacak bu binalar gelecek nesiller için de değerlendirilebilecek bir şekilde olmalıdır. Yani, yıkım olmadan kullanılabilir bir hale getirilebilecek yapıda olmalıdır. Mesela, henüz yapımı planlanan okul, büro vs. yapıların kullanılmadıkları takdirde başka hangi amaçla kullanılabilirliği hesaba katılarak yapılmalıdır. Bu amaçla yapılan evlerin iç kısmında ise camlar ve halılar hasar gördüğü zaman imal eden firmaya gönderiliyor. Aslında halılar ve camlar sadece kiralanmış oluyor ve bu vesile ile bu maddelerin imalatında kullanılan zehirli maddeler geri kullanılabilir. Bu döngü sayesinde ürün çöp olarak atılmıyor sadece yeniden kullanılabilir. Mesela bu tarz evlerde evin betonu katalizatör görevi görerek kullanılan boyaların evin havasını temizlemesi sağlanıyor. Yani kendi kendini temizleme metodu hedefleniyor. Bütün bunların sonunda yinede ortaya aşırı masraflar çıkıyor.

8.2 Cradle To Cradle Nedir Ne Değildir?

Beşikten Beşiğe/CradletoCradle” mimar William McDonough ve kimyager Michael Braungart tarafından yazılan ve 2002 yılında yayınlanan bir kitabın adı olduğu gibi bir tasarım ve üretim yaklaşımının da adı aynı zamanda. Türkiye henüz bu çalışma içinde bulunan ülkelerden değil ve ilerleyen aşamalarda Türkiye nerede duracak bilinmez. Dünyada bir devrim yaşanıyor ve gönlüm Türkiye'nin bu çevre devriminin içinde yer almasını diliyor.

Beşikten Beşiğe her ürünün tasarım aşamasında tüm yaşamını ve kullanım ömrü sonunda ürünün nasıl değerlendirileceğini dikkate alan bir yaklaşım. Ürünün tüm malzemelerinin ve tüm üretim aşamalarının insan ve çevre sağlığını korumasını şart koşan, doğaya ve insana az zarar vermeyi değil tamamen yararlı olmalarını şart koşan bir sistem. Beşikten Beşiğe ürünlerinin kullanım ömürleri sonunda atık olmamaları gerekiyor. Bu kavrama göre atık esasında bir besin, aynen doğada olduğu gibi. Nasıl doğada bir ağacın ürettiği her şey geri dönüşebiliyor ve doğa için besin oluyorsa, bir ürünün tüm üretim aşamaları da doğa için besin üretmeli ve ürün de atılacağı zaman ya doğada ayrışmalı ve doğal sistemler için besin olmalı ya da üretim hatları için hammadde olmalı. Hiçbir fire söz konusu olmamalı, yani beşikten beşiğe bir ürünün hiçbir parçası dolgu sahasına giden bir atığa dönüşmemeli, doğaya kesinlikle zarar vermemeli. Üretim sisteminde geri dönüşüme tabi tutulacak olan malzeme ya hammadde özelliği %100 korumalı ya da doğada tamamen çözülmeli. Günümüzde Türkiye’de geri dönüşümde atıkların toplanması konusunda eksiklikler var. Dönüşmesi mümkün olan büyük miktarda atık hala dolgu sahalarına gidiyor. Ancak geri dönüşüm ile ilgili sıkıntı burada bitmiyor. Geri dönüşümden sonra işlenen malzemeler birbiri ile karıştığı için hammadde özelliklerini yitiriyorlar. Eski arabaların araba çeliği, boyalardan ve diğer malzemelerden tam olarak ayrılamadığı için tekrar araba çeliği olarak kullanılamıyor; onun yerine örneğin binalarda kullanılan çelik hammaddesi olabiliyor. Plastikler birbirleri ile karışarak kimyasal özelliklerini gittikçe yitiriyorlar. Er ya da geç ömürlerini bir dolgu sahasında tamamlıyorlar. Burada çevre zararına ek olarak büyük bir ekonomik kayıp meydana geliyor. Beşikten Beşiğe kavramın yaratıcıları McDonough ve Brungart. Atık kavramını yaşamımızdan çıkarmamız gerektiğini söylüyorlar. Onlara göre atık kötü tasarımın bir sonucu. İkili, insanoğlunun içindeki potansiyele dikkat çekiyorlar. Bilgi, zekâ ve teknolojiyi kullanarak faydalı ürünler

yaratabileceğimize inanıyorlar. Bu ikilinin çalımlarından bazı örneklerde vardır. Örneğin yine 1990'larda İsviçre'deki bir tekstil firması atık problemleri nedeni ile William McDonough'a başvuruyor. McDonough Michael Braungart'ı ekolojik kimyager olarak projeye davet ediyor. Bu fabrikanın tüm ürünleri ele alıyorlar ve sadece zararsız hammadde ve boyalardan üretilmek üzere yeniden tasarlıyorlar. Kullandıkları ana prensip: Atık=Gıda. Bu formül beşikten beşiğe kavramının temel taşı. Bu prensip ile fabrikanın ürünlerini ve üretim hattını yeniden tanımlarken tüm ürünlerin doğal malzemelerden oluşmasına ve atık olarak adlandırılacak her şeyin biyolojik yaşam veya sanayi üretimi için bir besin-hammadde olması sağlanıyor. Sonuçta fabrikanın atık suyu fabrikaya giren şebeke suyundan daha temiz hale geliyor. Yani atık sorununu çözmekle kalmıyorlar, suyun kalitesini arttırmış oluyorlar. McDonough ve Braungart "Çözüm yasaklar ve denetim değil," diyorlar. Onlara göre "Çözüm doğru tasarım. Doğru tasarlarsan denetime gerek kalmaz."ve yine Amerika Birleşik Devletleri'nde Oberlin Üniversitesi'nde tasarladıkları bina kendi atık suyunu doğal yollardan temizlediği gibi harcadığından daha fazla elektrik üretmeyi de başarıyor. Bu prensipler ile üretilen ve kullanılıp atılan kısmı tuvalete atılıp dönüştürülebilir bir bebek bezi bile var. William McDonough ve Michael Braungart'ın ortaklaşa kurdukları bir firmaları var ve çok dikkatli bir süreç ile beşikten beşiğe prensiplerine uyan firmalardan isteyenleri sertifikalandırıyorlar. Bu sertifikayı almış altıyüzü aşkın ürün var ve binlerce ürünün de sırada olduğu biliniyor. Bu yeni tasarım ve üretim akımı ile üreticiler ve tedarikçileri kendilerini yeniliyorlar, tüm ürünlerini ve üretim süreçlerini teker teker yeniden ele alıyorlar. Kolay bir süreç değil. Ancak dünyanın karşı karşıya kaldığı çevre sorunlarının çözülebilmesi içinde böyle radikal ve kökten değişimler gerekiyor (Kocasinan Z)

Sonuç itibarıyla artık C₂C amaçlı üretimler tasarlanmakta ve bu anlamda artık birçok firma girişimlerde bulunmaktadır. Bugün önde gelen şirketlerden, Visteon, Volvo, Ford Motor Company, Nike, Herman Miller, Steelcase, Designtex, Victor Innovatex, Milliken&Co., Pendleton, SC Johnson, BASF, C₂C sertifikasına sahip firmalardan bazılarıdır.

Öncülüğünü yaptıkları CradletoCradle hareketine her geçen gün daha fazla kişi, kurum ve ülkeden talep geliyor. McDonough'un başkanlığını yapmakta olduğu Çin-ABD Sürdürülebilir Gelişme Merkezi bünyesinde, Çin'de McDonough tarafından C₂C prensiplerine göre büyük ölçekli projeler gerçekleştiriliyor. 2005 yılında, Katrina

kasırgasında büyük zarar gören New Orleans'ın yeniden yapılanması amacıyla düşük gelir grubu için gerçekleştirilmesi planlanan 150 konut için de CradlettoCradle danışmanlığı talep edilmiş. Brad Pitt'in "Make It Right" hareketi kapsamında gerçekleştirilecek olan projenin maliyeti düşük, doğal kaynakların etkin kullanıldığı bir proje olması öngörülmüş ve proje, bu doğrultuda düzenlenen bir yarışma yoluyla belirlenmiş (Bahadır)

BÖLÜM 9

EKLER

9.1. Atıklar ve Atık Yönetmelikleri

<http://atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/atikyonetimi/AnaSayfa/solmenu/Mevzuat.aspx?sflang=tr>

9.2. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği

<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.15220&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0>

9.3. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği

<http://www.marbleport.com/madencilik-kulturu/307/atik-elektrikli-ve-elektronik-esyalarin-kontrolu-yonetmeligi-ekler>

9.4. Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.5401&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0>

9.5. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.8132&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0>

9.6. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120413-2.htm>

9.7. Tehlikesiz ve İnert Atıkların Geri Kazanımı Tebliği

<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.15051&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=at%C4%B1k>

9.8. Tıbbî Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.9145&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=>

9.9. Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.12290&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=>

9.10.Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği,

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.13184&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0>

9.11.Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasak Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik-1,

<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.14026&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Azade KARASU

Doğum Yeri ve Tarihi : Muş 1978

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Dicle Üniversitesi

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Stajlar : Boyner Holding Altınyıldız-İstanbul

Projeler : KOSGEP İş Yeri ve İş Geliştirme.Eğitimi

Çalıştığı Kurumlar : Stera Boya İnşaat San. Bursa

Altınyıldız Tekstil. Mensucat A.Ş. İstanbul

İletişim

Adres : Kale Mah. Yükseller Cad. Değişim

Sok. No:31 Kestel/BURSA

E-posta Adresi : azgi@hotmail.com

Tarih:13.06.2013

İmza:

BÖLÜM 10

KAYNAKLAR

Abfall zwischen Schadstoffen und Rohstoffen, *Wohin mit dem Müll- Reportage*-<http://www.youtube.com/watch?v=TVlgVoiv3k8>, Almanya, 2012

AGM Geri Dönüşüm İnş. Plst. Müh. Nak. Turz. Amb. İth. İhr. Tic. San. Ltd. Şti., “Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin ve Atık Yağların Geri Kazanım Tesisi”, *ÇED Dosyası*, 2011

Akbaş M ve Eyaz İ, Sakarya Üniversitesi, “ Camın Geri Kazanılması”,
<http://web.sakarya.edu.tr/~toplan/amorf4.pdf>

Akkurt F vd, “Sularda Bulunan Nitratın Adsorbsiyon Yoluyla Uzaklaştırılması”, 2002

Alternatürk, “Asbest ve Bertaraf Çalışmaları”,
<http://www.alternaturk.org/asbest>

Aniş, P ve Eren, H.A., “Boyahane Atıksularından Rengin Uzaklaştırılmasında Uygun Teknolojilerin Gözden Geçirilmesi”, *Tekstil Terbiye & Teknik*, 3(31), 74-79, 1998

Aslan Z, “Çözümü Yerel Olan Küresel Bir Problem: Işık Kirliliği”, *e-gazete*, 2012

ATV/VKS (1989) : "Klaerschlammeinbau in Deponien - Gemeinsame Ablagerung von Klaerschlamme und Siedlungsabfaellen." Arbeitsblatt A 301.

ATV/VKS (1991) : " Monodeponie von Klaerschlamm" Arbeitsbericht, Kooespondenz Abwasser, 38. Jahrg. H.2, S. 285–290

Bahadır Ö.K., “Cradle to Cradle”, 2008

Balıkesir Üniversitesi, “Toksik maddeler”,
<http://lisanskimya.balikesir.edu.tr/~f10638/toksik.htm>

Başak Geri Dönüşüm Gemi Söküm Turizm Acentecilik İşletmecilik Taahhüt San. Tic.Ltd. Şti, “Asbest Temizleme Çalışmaları”, İzmir

Bekar N., Bursa Büyük Şehir Belediyesi, *Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi*, Yidem İnşaat, Bursa, 2013

Bilkent Üniversitesi,
<http://www.obi.bilkent.edu.tr/ekookul/pdf/geridonusum.pdf>

Bilkent Üniversitesi, Gürültü kirliliği,
<http://www.obi.bilkent.edu.tr/ekookul/pdf/gurultukirliligi.pdf>

KAYNAKLAR (devam ediyor)

BioteK, ‘‘İçme suyunun nitelikleri’’, <http://www.bioteK.com.tr/sontr/tr/icme.htm>

BUSKİ, Balaban D, Doğu Atık Su Arıtma Tesisi faaliyetleri, 2013

Bursa Su İdaresi (BUSKİ), Atık Su Arıtma Sistemleri, *Kuzu-Grup*, 2013

Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı ‘‘Hava kirliliği Verileri’’, Bursa, 2013

Bursa Sağlık Müdürlüğü, Aydemir S, ‘‘ Tıbbi Atıklar’’

<http://www.bsm.gov.tr/bugep/tibbiatik.asp?sira=6>

Büyüksaatçı S vd., ‘‘Geri Dönüşüm Tesislerinin Yerinin Gustafson-Kessel Algoritması-Konveks Programlama Melez Modeli Tabanlı Simülasyon ile Belirlenmesi’’, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2008.

Bamyacı M, Atıklar ve Atıkların Lojistiği, Maltepe Üniversitesi, 2009

Baradan S ve Akboğa Ö, ‘‘Asbestin İnşaat sektöründeki Yeri ve Maruziyetin Önlenmesi’’, Ege Üniversitesi, İzmir.

Bursa Osmangazi Belediyesi, Katı Atık Toplama ve Bertaraf Edilmesi, 2013

Bodur S ve Kucur R, Görüntü Kirliliği Üzerine, *Ekoloji*, 12.sayı, 1994

ÇED, ‘‘ÇED çalışmalarını ve raporlarını’’,

http://www.cedgm.gov.tr/CED7files/cedsureci/ced_basvurudosyasi/1094_ptd_pdf

Çevre Sorunları, Turgut Gündüz, Bilge Yayıncılık , Ankara, 1994.Clean Water Act, section 502(14), [Şablon:USC](#)

Cindil B, Erzurum Katı Atık Belediyeler Birliği,

<http://www.cindil.net/tanimt.html#ÇEVRE ve ATIKLAR ile KATI ATIK TANIMI ve TÜRLERİ, 2010>

Civelekoğlu G., ‘‘Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıklarının Geri Kazanılması’’ Süleyman Demirel Üniversitesi, (2009)

Çizmecioğlu Z. ve Özer G., ‘‘Alüminyum Hurdalardan Saf Alüminyum Üretimi’’, 2009

Clean Water Act, section 502(14), [Şablon:USC](#) (14).

CWA section 402(p), [Şablon:USC](#)

ÇOB, Atık Yönetimi, 2013,

<http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/evsel/15.doc>

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- ÇOB, Çed Rehberi, “Atık Yakma Tesisleri Etki Azaltıcı Önlemler”, 2005
- ÇOB, Çevre Yönetim Genel Müdürlüğü, Atık Yönetim Dairesi, 2010
- ÇOB, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetim Dairesi, 2009, www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr
- ÇOB; “Hava kirliliği”, 2013, http://www.orman.ktu.edu.tr/om/abds/oentomolojisi/2013_Mart_Cevre_Koruma.pdf
- Demir İ, “İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2010
- Dizer, H.et al (1986) : "Untersuchung zur Entseuchung von Klärschlamm durch aerob-thermophile Behandlung" Korrespondenz Abwasser. H.8, S.703–709.
- Doğan M., “Küresel Isınma Sera Gazları ve Etkileri”, Hacettepe Üniversitesi
- Ediger, “Karadenizde Buz Gazı Umudu”, *AA röportaj*, 2013
- Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği, “Temiz Enerji”, 2004
- Eltun F, “Petrol ve Kömürün Doğaya Verdiği Zararlar”, 2010
- Environmental Chemistry: Asian Lessons, Vladimir N. Bashkin, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003.
- Environmental Chemistry (Fifth Edition), Stanley E. Manahan , Lewis Publishers, 1991.
- Environmental Chemistry (second edition) Peter O'Neill, Chapman & Hall , London, 1993.
- Environmental Chemistry, John Wright, Routledge Taylor and Francis Group, New York, 2003.
- Erdin E, “Katı Atıkların Kompostlaştırılması”, Dokuz Eylül Üniversitesi, 1981
- Erdin E vd., Dokuz Eylül Üniversitesi, “Özel ve Tehlikeli Atıklar Solidifikasyonu (Katılaştırılması)”, 1998
- Ekoses, “Gürültü Kirliliği” www.ekoses.com
- Eminoğlu S, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006

KAYNAKLAR (devam ediyor)

EPA “Air Emissions from Scrap Tire Combustion”, 1997

Era çevre ve teknolojileri Tesisi, Geri Dönüşüm, Bursa , 2012

ERÇEV Çevre Yönetimi, “Fındık Kabuğu, Her Türlü Meyve Çekirdeği ve ÖTL Oto Lastiklerinden Piroliz Yöntemi ile Karbon, Aktif Karbon Elde Edilmesi ve Ekolojik Duvar Karbon Filtresi Üretilmesi”, *ÇED Raporu*, 2013

Erdoğan Plastik, Poli Stiren,

http://www.erdoganlarplastik.com.tr/erdoganlar_plastikpolistren_kaucuk_izolasyon_malizemeleri_PS_polistren.html

F. Akkurt vd. Sularda Bulunan Nitratın Adsorpsiyon Yoluyla Uzaklaştırılması

F. Habashi, “Handbook of Extractive Metallurgy”, Vol. 2, WILEY-VCH, Germany, 1997

Freeyellow, “Uses of Zinc”, <http://richchur.freeyellow.com/page4.html>

Gazi Üniversitesi *Mühendislik Mimarlık Fakültesi Der.*, Cilt 17, No 4, 2002

Genel Kimya I ve II, Petrucci, Harwood, Herring (8. Baskıdan Çeviri) Palme Yayıncılık, Ankara, 2002.

Güngör R, Bursa Büyük Şehir Belediyesi, *Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi*, Enerji Üretimi, 2013

Gönüllü M.T, Atık Lastiklerin Yönetimi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, İstanbul, 2004

Hakkında Bilgi, Gürültü ve Ses Kirliliği,

<http://www.hakkinda-bilgi-nedir.com/gurultu-ve-ses-kirliligi-nedir+gurultu-ve-ses-kirliligi-hakkinda-bilgi>

Halistürk İ vd, “Atıkların Arıtılmasında Mikroorganizmaların Kullanılması”, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2008

Hagemajer, H., “Dioxinanalysen an Abfallverbrennungsanlagen. Müllverbrennung und Umwelt”, EF-Verlag, Berlin. 422–437, 1985

Işık Mühendislik AŞ., “İçme Suyunun Nitelikleri”, *Aqua-su*,

<http://www.aquasu.com/su2.htm>

İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Bursa İli Kirlilik Çalışmaları, 2012

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- İstanbul Üniversitesi, ‘‘Metal Kimyası’’,
<http://www.istanbul.edu.tr/eng/metalurji/duy/mac1.pdf>
- Kabukçu S., ‘‘Alüminyum Hurdaların Yeniden Değerlendirilmesi ve Ger Kazanımı’’,
Alüminyum Derrgisi, sayı 14, 1993
- Kadioğlu H., ‘‘Sera Gazları ve Etkileri’’, 2001
- Karasu M, Beşikten Beşiğe Çalışmaları, Almanca çeviri, 2013
- Kryter K. D., ‘‘The Effects of Noise on Man’’, *Academic Press*, 1985
- Klangsin P ve Harding A.K, Oregon ve Idaho Hastaneleri, Washington-ABD
- Klein, H.," Hochtemperaturverfahren zur Inertisierung von toxischen Flug- und Filterstauben" EP-Spezial Nr. 6 S. 38–43, 1991.
- Klein, H., "Thermische Aufbereitung von Flug- und Filterstauben aus Müllverbrennungsanlagen durch Plasmaofen-Technik " BMFT 1440551,chlussbericht, 1991
- Kimyaevi, ‘‘04 04 Plastik’’, 2013
- Kocasinan Z, ‘‘Beşikten Beşiğe 2’’, 2012
- Komut Plastik, Yüksek Yoğunluklu Polietilen,
<http://www.komutplastik.com/urunler/hdpe+yuksekyogunluk+polietilen>
- Köhlhoff D., "Klaerschlammeinbau in Deponien" Entsorgungspraxis, H.11, S. 714–718, 1991
- Köhlhoff, D, "Langzeitverhalten von Klaerschlamm im Deponien", Korrespondenz Abwasser, Jahrg. , H. 6, S. 763–768, 1991
- Kuzu Grup,‘‘Su Arıtma Tesis Çalışması ve Arıtma Aşamaları’’, Uğur A., Yıldırım E., Kurnaz M.O Doğu Atık SU Arıtma Tesisi çalışmaları, BUSKİ, 2013
- LAGA, "Die geordnete Ablagerung von Abfaellen’’, Deponie-Merkblatt, Stand 1. Sept., 1979
- Liman R ve Konuk M, ‘‘Metal Toksikolojisi’’, Afyon Kocatepe Üniversitesi,
<http://www2.aku.edu.tr/~mkonuk/Metal-toksikolojisi.pdf>

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Mevzuat Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik-1”, *e-mevzuat*, 2012

Milli Eğitim Bakanlığı, “Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi”, Kimya Teknolojisi, *Metaller*, <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/kimya/moduller/Metaller2.pdf>, 2008

Mutlu A, Bursa Büyük Şehir Belediyesi, *Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi*, Enerji Üretimi, 2013

Neamtu M., Yediler A., Siminiceanu I., Macoveanu M. and Kettrup A. “Decolorization of Disperse Red 354 Azo Dye in Water by Several Oxidation Processes-A Comparative Study”, *Dyes and Pigments*, 60, 61-68., 2004

Okul-Selyam, “Canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen ve/veya maddi zararlar meydana getiren havadaki yabancı maddelerin, normalin üzerindeki miktar ve yoğunluğu”, *Hava kirliliği*, <http://okul.selyam.net/docs/index-56554.html>

Okumuş Ö., Bursa Büyük Şehir Belediyesi, *Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi*, Enerji Üretimi, 2013

Olin P and Rosen S, “Hearing Loss and Coronary Heart Disease”, *Archives of Otolaryngology*, 82:236, 1965

Osmangazi Belediyesi, “Geri Dönüşüm”, <http://www.osmangazi.bel.tr/sayfa.asp?mdl=calismalar¶m=53>

Ozonoks, “Ozonla Arıtım”, www.ozoneapplications.com.

Ö. Güray, Pamukkale Üniversitesi. *Mühendislik Bilimleri dergisi*, 2001

Önemli C, Bursa Büyük Şehir Belediyesi, *Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi*, Tıbbi Atık Sterilizasyonu, Bursa, 2013

Öztürk M, “Kullanılmış Bitkisel ve Hayvansal Atık Yağlar”, 2004

Öztürk M, “Kullanılmış Motor Yağı ve Bertarafı”, 2007

Pink, Daniel H., "Investing in Tomorrow's Liquid Gold", <http://finance.yahoo.com/columnist/article/trenddesk/3748>, 2006

KAYNAKLAR (devam ediyor)

PVC Plastik Görselleri,

[http://www.google.com.tr/search?q=%E2%80%A2%09polivinilklor%C3%BCr+\(PVC\)resimleri&hl=tr&prmd=imvns&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=qEWaUJ66IMaG4gTilICw&ved=0CBwQsAQ&biw=1024&bih=587](http://www.google.com.tr/search?q=%E2%80%A2%09polivinilklor%C3%BCr+(PVC)resimleri&hl=tr&prmd=imvns&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=qEWaUJ66IMaG4gTilICw&ved=0CBwQsAQ&biw=1024&bih=587)

PS plastik Görselleri,

[http://www.google.com.tr/search?q=Polistiren+\(PS\)+plastikler+resimleri&hl=tr&prmd=imvns&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=f0GaUIShKaaD4gTqtICwDA&ved=0CBwQsAQ&biw=1024&bih=587](http://www.google.com.tr/search?q=Polistiren+(PS)+plastikler+resimleri&hl=tr&prmd=imvns&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=f0GaUIShKaaD4gTqtICwDA&ved=0CBwQsAQ&biw=1024&bih=587)

Rossner, H.-O., "Die Drehstrom-Plasmatechnik von Krupp, Technische Mitteilung Krupp", 1987

Rossner, H.-O., "Drehstromplasmaöfen zum Schmelzen und Beheizen von Metallen, Elektroofentechnik in der Metallurgie", VCH Zerlagsgesellschaft mbH, 1998

R & R Bilimsel ve Teknik Hizmetler Ltd. Şti, "Atıkların Geri Kazanılması ve Atıkların Ayrı Toplanması", 2008

Sakarya Üniversitesi, "Su Kalitesi Suda Arsenik ve Kurşun", Yılmaz F.,

<http://www.suvakfi.org.tr/makale.asp?yazar=Prof.%20Dr.%20Fevzi%20YILMAZ&id=1010>, 2002

Sakarya Üniversitesi, "Geri Dönüşüm",

www.geridonusum.org/component/option,com_docman/.../Itemid,49/

Sistem Park AŞ., "Kimyasal Arıtma Nedir",

<http://www.sistempark.net/aritma/kimyasal-aritma-nedir-2.html>

Sollars, C.J. Perry, R., "Cement Based Stabilization of Wastes: Practical and Theoretical Consideration"; J.IWEM, 1989

Strickland A.F. and Perkins W.S., "Decolorization of Continuous Dyeing Wastewater by Ozonation", *Textile Chemist and Colorist*, 27(5), 1995

Stief, K., "Verfestigung von Sonderabfällen"; Fortschritte der Deponietechnik, UBA Berlin Bismarkplatz, 1982

Tanrıvermiş H. ve Mülayim G. "Sanayinin Neden Olduğu Çevre Kirliliğinin Tarıma Verdigi Zararların Değerinin Biçilmesi" TUBİTAK, 1997

Tenikler G, "Türkiye ve AB'nde Tehlikeli Atık Yönetimi", Dokuz Eylül Üniversitesi, 2008

TESTMER Ölçüm ve Test Hiz. Ltd.Şti, "Hava Emisyonları", İstanbul.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, “Radyo Aktif Atıklar”, 2012
- Türkiye Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Kirliliği, BURSA, 2013
- Türkiye İstatistik Enstitüsü, Veri ve Grafik Tarama, [www. http://tuik.gov.tr](http://tuik.gov.tr)
- Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği, [http://www.tap.org.tr/pil_nedir - 88.html](http://www.tap.org.tr/pil_nedir_-_88.html)
- Thome-Kozmiensky, K.J., Recycling von Klärschlamm 1,2.EF. Verlag. Berlin, 1987
- TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası, Alüminyum komisyon raporu, 2013
- TUİK, “Türkiye’de Bilinen Bilinmeyen Tehlikeli Atık İstatistikleri”, <http://tuik.gov.tr>
- Turbaloğlu K., “Yeniden Elde Edilebilirlikte Alüminyumun Önemi”, *İkincil Döküm ve Çevre Sempozyumu Sergisi*, 2007
- Türkiye Çevre Vakfı (TÜRKÇEV), İstatistik veriler, Ankara
- United States Environmental Protection Agency (EPA). Washington, DC. ["The National Water Quality Inventory: Report to Congress for the 2002 Reporting Cycle – A Profile."](#) October 2007.
- United States Geological Survey (USGS). Denver, CO. ["Ground Water and Surface Water: A Single Resource."](#) USGS Circular 1139. 1998.
- U.S. EPA. ["Protecting Water Quality from Agricultural Runoff."](#) Fact Sheet No. EPA-841-F-05-001. March 2005.
- United States Patent** US 6.426.182 B1, Jul 30, 2002
- United States Patent** US 6.776.904 B2, Jul.30, 2004
- Uzun H., “Malzemeleri Geri Kazanımı”, Sakarya Üniversitesi,1994
- Vardar İ,Bursa Büyük Şehir Belediyesi, *Katı Atık Toplama ve Bertaraf Tesisi*, Su arıtma Ünitesi, Bursa, 2013
- West, Larry, "World Water Day: A Billion People Worldwide Lack SafeDrinkingWater", <http://environment.about.com/od/environmentalevents/a/waterdayqa.htm>, 2006
- World Health Organization, “Trace Elements In Human Nutrition and Health”, Geneva, 1996

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Yalçın Ö, Bursa Büyük Şehir Belediyesi, “Çevre Koruma Teknikleri”, Bursa, 2013

Yaylacı E., “Camın Geri Kazanımının Faydaları”, 2010

Yıldırım Belediyesi, Geri Dönüşüm, Bursa,
<https://www.yildirim.bel.tr/sayfa.asp?mdl=icerik¶m=GeriDonusum>, 2013

Yiğitler H, “Camlar”, *İnşaat 2023 yapı Malzemesi I*, 2013

Ylä-Mella J (2002) Recycling of Plastics from the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). University of Oulu, Department of Process and Environmental Engineering, Finland.