

**T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TIBBİ ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ VE
KARŞILAŞTIRILMASI GİRESUN İLİ ÖRNEK
ÇALIŞMASI**

**HARUN ÜSTÜN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**GEBZE
2012**

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TIBBİ ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ VE
KARŞILAŞTIRILMASI GİRESUN İLİ ÖRNEK
ÇALIŞMASI

HARUN ÜSTÜN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. SALİM ÖNCEL

GEBZE
2012



YÜKSEK LİSANS TEZİ JÜRİ ONAY SAYFASI

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 15/06/2012 tarih ve 2012-22 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 05/07/2012 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Harun Üstün'ün tez çalışması Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

1- (TEZ DANIŞMANI) : Doç.Dr.Salim Öncel

ÜYE

: Prof.Dr.Güleda Engin

ÜYE

: Doç.Dr.Nihal Bektaş

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../20... tarih ve sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

**TEZİN BAŞLIĞI: TIBBİ ATIK BERTARAF YÖNTEMLERİ
VE KARŞILAŞTIRILMASI GİRESUN İLİ
ÖRNEK ÇALIŞMASI**

YAZARIN ADI: HARUN ÜSTÜN

Tıbbi atıklar hastane ve diğer sağlık kuruluşlarının faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklardır. Tıbbi atıklar yüksek oranda enfeksiyon kaynağıdır. Bulaşma riski yüksek olan başta Hepatit, AIDS vb. hastalıkların, bu atıklarla diğer canlılara da geçebileceği dikkate alınmalı ve diğer atıklardan ayrıştırılmasında, geçici depolanmasında, taşınmasında ve nihai bertarafında özel yöntemlere ihtiyaç duymasıdır. Bu yöntemler özenle uygulanmadığı takdirde, söz konusu atıklardan kaynaklanan bulaşıcı hastalıkların insanlara, hayvanlara ve gıdalara bulaşma riskinin önüne geçilemeyecektir.

Tıbbi atıklar çoğunlukla ayrı toplanmakta ya da ayrı toplanmamakla birlikte diğer atıklarla karıştırılarak depolama alanlarına veya tabiata bırakılmaktadır. Aslında diğer atık türlerinden farklı olarak tıbbi atıklar için ayrı bir ücretlendirme sistemi getirilmiş olup, Mahalli Çevre Kurulları kendi illeri için uygulanacak ücretleri her yıl belirlemektedir. Buna rağmen çok sayıda belediyenin tıbbi atık taşıma aracına sahip olmadığı ve tıbbi atıkların sadece bu belediyelerce diğer atıklardan ayrı toplandığı ve taşındığı bilinmektedir. Gerekli yapılanması olan şehirlerde ise uygulamanın takibatı konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır. Diğer yerlerde ise, genellikle bu atıklar ya sağlık kuruluşları tarafından doğrudan ya da belediyeler tarafından toplama/taşıma veya depolama aşamasında evsel atıklarla karıştırılmaktadır.

Bu çalışmada Giresun İli Prof. Dr. A. İlhan ÖZDEMİR Devlet Hastanesi verilerinden ve araştırmalardan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak Türkiye ve Dünya şartlarındaki mevcut durum karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Elde edilen verilerle Giresun Belediye sınırları içerisinde tıbbi atık sterilizasyon tesisinin kurulması için fizibilite çalışması yapılmıştır.

Gelişen sağlık hizmetleri ve sağlık turizmi gibi yeni kavramlar ile tıbbi atıkların bertarafı daha da önem kazanmaktadır. Bu konuda ilgili kuruluşların atık üretim kapasiteleri hakkında bir bilgi bankası oluşturulması, risklerin yönetilmesi için eylem planları hazırlanması ve denetimlerin sıklaştırılması önem taşımaktadır.

SUMMARY

**THESIS TITLE: MEDICAL WASTE DISPOSAL
METHODS AND COMPARISON CASE
STUDY OF GİRESUN**

AUTHOR: HARUN ÜSTÜN

Medical Waste is infectious, pathological and sharp- pricking kind of waste that is resulted by the activities of Health Institutions and Organizations. Medical Waste is the severe Infection Source in the nature itself. It shouldn't be ignored that viruses and germs that cause contagious diseases may spread from person to person for example aids, hepatitis and etc. Because of the Medical Waste. As a result of this, Medical Waste must be set apart from other waste and rubbish materials. In this process, Medical Waste needs special and professional methods such as in transportation, separations and elusion of it.

Medical Waste is collected from the streets as if they are average waste as if not, at least they are sent to same facilities. In fact, there is a pricing system for the medical waste in which prices are updated every year and sent to cities by the Local Environment Commissions unlike normal waste. In spite of this, it is known that Many City Halls still don't have transports for medical waste and they gather medical waste with other kinds of waste. Moreover, The ones which have special transports for medical waste have problems in examination and prosecution. In the rest of the cities, medical waste is taken care of by the health Institutions or they are gathered by the City Hall as if they are domestic waste in the process of transportation or collection.

In this study, the research and data obtained from the Prof. Dr. A. İlhan ÖZDEMİR State Hospital thetics interpreted by comparing the current situation in Turkey and world conditions. With the data obtained within the municipal boundaries of Giresun feasibility study was done for the establishment of medical waste sterilization facility.

New terms like Medical Tourism Care and remarkable developments in the health system make it more clear that medical waste should be gathered in a different way and much more studious. Additionally, it is vital that related institutions and Organizations must prepare a list including the amount of waste production, they must prepare action plans which are necessary for the risk management and finally they must take precautions for the prosecution and the examination of it.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca; deneyimlerinden ve bilgilerinden yararlandığım başta danışmanım Doç. Dr. Salim ÖNCEL'e ve Prof. Dr. Güleda ENGİN'e ayrıca bütün bölüm hocalarıma,

Çalışmalarında, veri ve bilgi toplanmasında yardımlarını esirgemeyen başta Çevre Yüksek Mühendisi Seyid Hamid HAŞİMİ ve ekibine,

Ayrıca her zaman yanımda olan ve bana destek veren; eşim ve kızıma, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
SUMMARY	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER	ix
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
2. TIBBİ ATIKLARIN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	5
2.1. Tıbbi Atık Sınıflandırması	5
2.1.1. Bulaşıcı Atıklar	6
2.1.2. Patolojik Atıklar	7
2.1.3. Kesici Aletler	7
2.1.4. Ecza Atıkları	8
2.1.5. Genotoksik Atıklar	8
2.1.6. Kimyasal Atıklar	9
2.1.7. Yüksek Miktarda Ağır Metal İçeren Atıklar	10
2.1.8. Basınçlı Konteynerler	10
2.1.9. Radyoaktif Atıklar	11
2.2. Tıbbi Tesislerdeki Atık Kaynakları	12
2.3. Tıbbi Atığın Bileşimi	12
3. TIBBİ ATIKLARIN BERTARAF YÖNTEMLERİ VE KARŞILAŞTIRILMASI	14
3.1. Düzenli Depolama	14
3.2. Tıbbi Atıkların Yakılması	16
3.2.1. Tıbbi Atık Yakma Tesisinde Oluşan Başlıca Kirleticiler	21
3.3. Kimyasal Dezenfeksiyon	23
3.4. Mikrodalga ve Işınlanma Teknolojisi	25
3.5. Sterilizasyon	26
3.6. Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemlerinin Karşılaştırılması	32
4. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA TIBBİ ATIK YÖNETİMİ	35
4.1. Türkiye'deki Tıbbi Atık Bertaraf Yaklaşımı	35
4.2. Dünyada Tıbbi Atık Bertaraf Yaklaşımı	41

5. GİRESUN İLİ ÇALIŞMASI	46
5.1. Giresun İli Coğrafi Özellikleri	46
5.2. Giresun İli Sağlık Yapısı	48
5.3. Giresun Prof. Dr. A. İlhan Özdemir Devlet Hastanesi	50
6. SONUÇLAR	51
6.1. Giresun İli Mevcut Durum	51
6.3. Tıbbi Atık Yönetiminde Mevcut Durum Hataları	55
6.3.1. İdari ve Mali Sorunlar	56
6.3.2. Hatalı Toplama	56
6.3.3. Taşıma Sorunları	56
6.3.4. Depolama Sorunu	56
6.3.5. Belediyelerden Kaynaklanan Sorunlar	57
7. SONUÇ ve ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4. 1. Tıbbi Atık Bertaraf Durumu	37
4. 2. Mevcut Tesisler ve Tıbbi Atıkların Sterilize Edilerek Zararsız Hale Getirildiği İller	38
4. 3. Genelge Kapsamında Tıbbi Atık Alacak ve Gönderecek Olan İller	38
4. 4. Lisanslı Tıbbi Atık Taşıma Aracı Bulunan İller	39
6. 1. Giresun Prof. Dr. A. İlhan Özdemir Devlet Hastanesi Tıbbi Atık Miktarı	52
6. 2. Giresun Devlet Hastanesi Mayıs 2011 Günlük Tıbbi Atık Miktarı	53

ÇİZELGELER

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2. 1. Tıbbi Atık Sınıfları	6
3. 1. Yöntemlerin Karşılaştırılması	33
4. 1. Türkiye Tıbbi Atık Miktarı	40
4. 2. 2006-2013 Yılları Arası Tıbbi Atık Projeksiyonu	40
4. 3. Amerika Birleşik Devletlerindeki Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemi Değişim Tablosu	42
6. 1. Giresun İlinde Oluşan Tıbbi Atık Miktarları ve Geçici Depolama Yöntemleri.	51
6. 2. Hastane Atık Karakterizasyonu	54

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

<u>Fotoğraf</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. Düzenli Depolama (Ankara Büyükşehir Belediyesi)	16
3. 2. Sterilizasyon Öncesi ve Sonrası	27
4. 1. Vahşi Depolama Sahaları	36
6. 1. Tıbbi Atık Miktarı Belirleme İşlemi	53
6. 2. Tıbbi Atık Torbalarında Kullanılmış Enjektör Varlığı	55

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Ülkemizde diğer çevre sorunlarının yanı sıra tıbbi atıkların bertarafı çözülmesi gereken sorunların arasında önemli bir yer tutmaktadır. Atıkların karışık toplanması ve düzensiz bir şekilde uygun olmayan depolama yerlerinde biriktirilerek bertarafı kabul edilemez bir durumdur. Bu şekilde düzensiz depolanan katı atıkların, onları ayrıştıran insanlara olan sağlık tehdidinin yanı sıra sızıntı suyu ile yerüstü ve yeraltı sularını kirletme, oluşacak gazların patlaması gibi çeşitli çevresel sorunlara yol açması söz konusudur. Sağlık kuruluşlarında üretilen katı atıklar da aynı şekilde genelde karışık olarak toplanmakta ve gelişigüzel olarak evsel katı atıklar ile birlikte depolanmaktadır. Sağlık kuruluşlarında üretilen atıkların % 75 -80'i evsel atık özelliği taşımakta olup kalan % 20 - 25'i işlem gerektiren niteliktedir (enfekte atıklar, patolojik atıklar, kesici delici atıklar v.b.). Bu atıklar daima evsel katı atıktan daha tehlikeli olarak kabul edilir. Sağlık açısından tehdit grubunda bulunanlar doktorlar, hemşireler, sağlık kuruluşu destek personeli, sağlık kuruluşlarındaki hastalar, sağlık kuruluşu ziyaretçileri, kuruluştaki ilgili birimlerde çalışan personel (atık toplama ve taşıma, çamaşırhane vb.) atık bertaraf tesisi çalışanları ile sokak toplayıcıları sayılabilir.

Birleşmiş Milletler Çevre ve Gelişme Konferansı'nda (1992) kabul edilmiş olan Yerel Gündem 21 kapsamında atık yönetimi için bir dizi önlemler tavsiye edilmektedir. Bu tavsiyeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Atık üretiminin önlenmesi ve azaltılması
- Atıkların mümkün olan en ileri düzeyde tekrar kullanımı ve geri dönüşümünün sağlanması
- Atığın sağlıklı ve çevre ile uyumlu yöntemlerle bertarafı
- Geri kalan artık maddelerin düzenli depolama tesislerinde bertarafı bu prensip ve tavsiyeler sağlık kuruluşlarından kaynaklanan atıklar için de geçerlidir. Tıbbi atık üretiminin en aza indirilmesi, tıbbi atık akımının yönetiminde merkezi bir yere sahiptir. Tıbbi atıklardan kaynaklanan

sorunların en aza indirilebilmesi için bir kısmı aşağıda belirtilen çeşitli önlemler mevcuttur:

- Tıbbi atık üretiminin önlenmesi
- Üretilen tıbbi atık miktarının kaynağında azaltılması
- Tekrar kullanım olanağı yaratılarak söz konusu materyalin tıbbi atık akışından ayrılması
- Atık bileşenlerinin geri dönüştürülmesi
- Enfekte ve tehlikeli atıkların uygun teknoloji kullanılarak zararsız hale getirilmesi / bertaraf edilmesi

Ülkemizde tıbbi atıkların yönetimi esasları, 20.05.1993 tarihinde yürürlüğe girmiş olan ve 22.07.2005 tarihinde değiştirilen ‘Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilmektedir. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği uyarınca, atıkların üretilmesinden nihai bertarafına kadar geçen sürede atık üreticileri ve yerel yöneticiler birlikte sorumludurlar. Yönetmelik hükümlerinin uygulanması ise, belediye ve mücavir alanlar sınırları içerisinde belediyeler, belediye sınırları dışında ise mülki amirlerin yetkisindedir.

Bu çalışmada Türkiye’de ve Dünya’da oluşan tıbbi atık miktarları ve tıbbi atık bertaraf yöntemleri incelenmiştir. Saha çalışması için Türkiye’deki tıbbi atık bertaraf tesisleri gezilmiş, gidilemeyen tesisler hakkında kurum ve kuruluşlardan bilgi alınmıştır.

Giresun İli tıbbi atık miktarları ayrıntılı incelenmiş olup pilot sağlık kuruluşu olarak Giresun Prof. Dr. A. İlhan Özdemir Devlet Hastanesi seçilmiştir. Sağlık kuruluşunun oluşturduğu tıbbi atık ve diğer verilerinden bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın 2005 yılında yayınladığı ‘ Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ’ dikkate alınarak sağlık kuruluşlarının mevcut durumda tıbbi atık yönetimiyle ilgili uygulamaların eksiklikleri ve aksayan yönleri belirlenmiştir. Türkiye ve Dünya uygulamalarından mevcut tıbbi atık bertaraf yöntemleri karşılaştırılıp alternatif sistemler değerlendirilmiştir. Bu sayede en uygun yöntem seçilmeye çalışılmıştır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Tıbbi atık isim olarak eski tarihlerde anılmasa bile insanlığın varoluşundan beri içinde yaşanılan bir problemdir. Eski çağlardan bu yana tıbbi atık değeri taşıyan ceset, insan parçaları. Hastalıklı canlı parça ve bedenleri çeşitli hastalıklara yol açması sonucunda toplu ölümler gerçekleşmiştir. Bu soruna çözüm olarak gömme işlemi çare görülmüş fakat bu yöntemde bulaşma hadiseleri sebebiyle verimli olmamıştır. Problemin günümüzdeki önemi anlaşılmaya başlanmış olup en etkili çözüm yöntemleri bulunmaya çalışılmaktadır.

Avrupa Konseyi tarafından ilk defa 1975 yılında belirlenmiş olan atık sınıflandırma, bertaraf ve geri kazanma ilkeleri (75/442/EEC), sürekli olarak değişikliklere uğramış olup, bugün Avrupa Atık Katalogu (EWC) olarak adlandırılan kapsamlı sınıflandırma sistemi 2001 yılında yayınlanan 2001/119/EC komisyon kararı ile belirlenmiştir. Listedeki çeşitli türdeki atıklar, toplam altı basamaklı kod ile tanımlanmaktadır. Atık Kataloğu'nun 18.Bölümü, insan ve hayvan sağlığının tedavisi ve/veya ilgili araştırmalardan kaynaklanan atıklara atfedilmiştir.

Tıbbi atıkların tehlikesinin farkına varılması ülkemizde geç oluşmaya başlamıştır. Bu yüzden ülkemiz, tıbbi atıkların bertaraf çalışmaları konusunda dünyada geri kalmıştı. Genelde Avrupa'da yürürlükten kaldırılan bertaraf sistemleri (yakma) daha sonra ülkemizde uygulanmaya başlamaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın çalışmaları, özel firmaların tıbbi atıklardan gelir elde edileceğinin farkına varması, tıbbi atıklarını bertaraf ettirmeyen tıbbi atık üreticilerine ruhsat ve lisans verilmemesi gibi nedenlerle ülkemizde tıbbi atıkların bertarafı konusu son yıllarda büyük ivme kazanmıştır.

Ülkemizde tıbbi atıklar konusunda ilk çalışmalar 09.08.1983 tarih ve 2872 sayılı Çerçeve Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkarılan 20.05.1993 tarih ve 21586 sayılı Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile başlamıştır. Aradan geçen süre içerisinde ihtiyaçlara tam olarak cevap veremeyen bu yönetmeliğin değiştirilmesi gündeme gelmiştir. Katı Atık Türk Milli Komitesi (KAKAD) tarafından 2004 yılında tamamlanan LIFE 00/TCY/TR/000054 numaralı "İstanbul Entegre Tıbbi Atık Yönetimi" projesi kapsamında üretilen veriler ışığında, yönetmeliğin değiştirilmesi konusunda girişimlerde bulunulmuştur. Eski adıyla Çevre ve Orman Bakanlığı

yetkilileri tarafından da olumlu bulunan değişiklik önerilerinin bir kısmı 2005 yılında yürürlüğe giren yeni yönetmelikte yer almış bulunmaktadır. 22.07.2005 tarih ve 25883 sayı ile Resmi Gazete’de yayınlanan “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” (TAKY) ile bu alanda yapılacak uygulamalar yeniden düzenlenmiştir.

Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü (TSHGM) Çevre Sağlığı Açık Alan biriminden ise 2004 yılı verilerine göre 81 ilin toplama, biriktirme ve imha yöntemleri verileri alınmıştır.

Daha önceleri ülkemizdeki tek bertaraf yöntemi kireçle gömme yöntemi iken, şimdi baktığımızda ülke genelinde tıbbi atıkların yaklaşık %80’i bakanlığın izin verdiği bertaraf yöntemlerinden biri ile bertaraf edilmektedir.

2. TIBBİ ATIKLARIN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Tıbbi atık genel anlamıyla sağlık ünitelerindeki işlemler sonrasında oluşan bir atık türüdür. Evsel atığa göre tehlikeli oluşu sebebiyle özel işlem görmesi gereken bu atık türü çeşitli kuruluşlar tarafından tanımlanmıştır.

Tıbbi Atıklar; tıbbi tesislerde (hastaneler, sağlık ocakları, vb.), araştırma birimlerinde ve laboratuvarlarda oluşan tüm atıkları içermektedir. Bunlara ilave olarak, "küçük" veya "dağılmış" kaynaklar olarak görülen, örneğin evlerdeki tıbbi faaliyetler sonrasında oluşan atıkları da (pansuman atıkları, günü dolmuş ilaçlar, diyaliz, insülin iğneleri, vb.) kapsamaktadır. [WHO,1999]

Tıbbi tesislerde ortaya çıkan atıkların %75 - %80 kadarı, evsel atıklarla karşılaştırdığında, risk taşımayan evsel atık niteliğindeki atıklardır. Bunlar genelde tıbbi kuruluşlarının yönetsel/idari işlevlerinden kaynaklanmakta olup tıbbi tesislerin; bina ve müştemilatlarının bakımları esnasında açığa çıkan atıkları içermektedir. Geriye kalan % 20 - % 25 oranındaki tıbbi atıklar ise tehlikeli atık olarak nitelendirilmektedir. Bu atıklar sağlık için çeşitli riskler oluşturmaktadır. [WHO,1999]

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından tıbbi atıkların güvenli yönetimi amacıyla 22.07.2005 tarihli ve 25883 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre tıbbi atık, sağlık kuruluşlarından kaynaklanan enfeksiyöz atık, patolojik atık ve kesici-delici atıkları (Yönetmelikte Ek-2'de yer alan C, D, E grubu atıklar) ifade etmektedir. [TAKY,2005]

2.1. Tıbbi Atık Sınıflandırması

Tıbbi atıklar kökenleri ve kimyasal içerikleri bakımından çeşitli sınıflara ayrılmıştır. Bu çeşitler Çizelge 2.1 'de özetlenmiştir.

Çizelge 2. 1. Tıbbi Atık Sınıfları [WHO,2000]

Atığın sınıfı	Açıklama
Bulaşıcı Atıklar	Patojen içerdiğinden kuşku duyulan atıklar Ör: laboratuvar kültürleri; karantinalardan oluşan atıklar; bulaşıcı hastalık taşıyan kişilere temas etmiş olan peçeteler (temizlik bezleri), malzeme veya ekipmanlar; dışkı, ürin vb.
Patolojik atıklar	İnsan dokusu veya sıvısı Ör: vücut parçaları; kan ve diğer vücut sıvıları; ceninler
Kesiciler	Kesici atıklar Ör: iğneler; aşı setleri; bisturiler; bıçaklar; jiletler; kırık camlar
Ecza atıkları	Ecza içeren atıklar Ör: günü geçmiş ilaçlar; eczanelerde kirlenmiş eşyalar (şişeler,)
Genotoksik atıklar	Genotoksik özellikli malzemeler içeren atıklar Ör: sitostatik ilaçlar içeren atıklar (sıkça kanser korumasında kullanılır); genotoksik kimyasallar
Kimyasal atıklar	Kimyasal malzeme içeren atıklar Ör: laboratuvar ayıraçları; film banyoları; vakti geçmiş veya kullanılmayan dezenfektanlar; çözücüler
Yüksek miktarda ağır metaller içeren atıklar	Piller; kırık termometreler; tansiyon ölçme vb.
Basıncılı konteynerler	Gaz silindirleri; gaz kartuşları; aerosol kutuları
Radyoaktif atıklar	Radyoaktif malzeme içeren atıklar Ör: radyoterapi veya laboratuvar araştırmalarından arta kalan (kullanılmamış) sıvılar; kirlenmiş cam eşyalar, ambalajlar veya emici kağıtlar; korunması (ambalajı) olmayan radyo aktif kaynaklar veya hastalardan alınan ve korumalı (ambalajlı) saklanan ürin/dışkı türü atıklar, benzeri diğer kaynaklar

2.1.1. Bulaşıcı Atıklar

Kültürler ve yüksek bulaşıcılık riski taşıyan maddeler, otopsilerden oluşan atıklar, hayvan leşleri ve bulaşıcılık veya bu ortamlarla temas etmiş olan diğer atıklar yüksek oranda bulaşıcı atıklar olarak nitelendirilir.

Bulaşıcı atıkların yeterli miktarlarda veya konsantrasyonlarda patojenler (bakteri, virüs, parazit veya mantar) ihtiva etmesinden kuşkulunılır. Bunlar pek çok hastalığın nedeni olabilirler. Bu sınıf aşağıdaki atık sınıfları ihtiva eder:

- Laboratuvar çalışmalarında oluşan bulaşıcı numuneler veya kültürler;
- Bulaşıcı hastalığa yakalanmış olan hastalara uygulanan ameliyat veya otopsi atıkları (ör: temizlik bezleri ve kan veya vücudun diğer sıvılarına temas etmiş olan malzeme veya ekipman);
- Karantinadaki hastaların atıkları (ör: sidik, dışkı, ter, ameliyat edilmiş yaralıları veya bulaşıcı hastalıklı şahısların elbiseleri, kan veya diğer vücut sıvıları ile aşırı miktarda kirlenmiş elbiseler);
- Diyaliz makinasına bağlı bulaşıcı hastalıklı kişilerin atıkları (ör: diyaliz ekipmanları, tüpler, filtreler, bir kullanımdan sonra atılan havlular, gömlekler, önlükler, eldivenler ve laboratuvar giysileri);
- Laboratuvarlarda bulaşıcı hastalığa yakalanmış hayvanlar;
- Bulaşıcı hastalığa yakalanmış olan insan veya hayvana temas etmiş olan diğer her çeşit malzeme veya donanım. (WHO,1999)

2.1.2. Patolojik Atıklar

Patolojik atıklar, doku, organ, vücut parçaları, insan cenini ve hayvan leşi, kan ve vücut sıvılarından oluşur. Bu sınıf içerisinde, belirgin insan ve hayvan vücut parçaları da anatomik atıklar olarak adlandırılır. Bu kategori içindeki atıklar sağlıklı vücut parçalarını da kapsamına rağmen bulaşıcı atıkların bir alt sınıfı gözüyle bakılabilir. (WHO,1999)

2.1.3. Kesici Aletler

Kesici aletler sıyrıklara veya delinme şeklinde yaralanmalara yol açabilecek olan ve iğneler, hipodermik iğneler, bistüriler ve diğer jiletler, bıçaklar, aşı setleri, testereler, kırık camlar ve çivilerin dahil olduğu malzemelerdir. Bunlara her hangi bir şey bulaşmış olsun ya da olmasın, genellikle bu tip malzemeler yüksek derecede tehlikeli tıbbi atıklar olarak bilinmektedir.

2.1.4. Ecza Atıkları

Ecza atıkları, kullanma günü geçmiş, kullanılmayan, dökülmüş ve kirlenmiş ecza ürünlerini, ilaçları, artık kullanılamayacak durumda ve neredeyse atılması gereken aşılı ve serumları içerir. Bu sınıfta, eczaların taşınmasında kullanılıp ıskartaya çıkarılan eşyalar, içlerinde atık bulunan şişeler ve kutular, eldivenler, maskeler, bağlantı tüpleri/hortumları ve ilaç viyalleri (taşım /aktarma tüpleri) de yer alır. (WHO,1999)

2.1.5. Genotoksik Atıklar

Genotoksik atıklar, yüksek derecede zehirli olup mutajenik, teratojenik veya kanserojenik özellikler ihtiva edebilirler. Bunlar hem hastanelerde, hem de atıldıktan sonra ciddi güvenlik problemleri taşırlar ve bunların bertarafı için özel dikkat gerekir. Genotoksik atıklar, sitostatik ilaçlar, benzen gibi kimyasal maddeler ve radyoaktif malzeme ile bakım gören hastalara ait kusmuk, sidik veya dışkı yoluyla bazı sitostatik ilaçları da içerebilir.

Sitotoksik kategorisindeki ilaç ve malzemeler belirli canlı hücrelerin gelişmelerini durdurmaya ya da tamamen öldürme yeteneklerine sahiptir ve kemoterapi yöntemiyle kanserli hücreleri ortadan kaldırmak gayesi ile kullanılırlar. Bunlar neoplastik durumların tedavisinde de önemli bir rol oynarlar ve organ nakillerinde immünosüpresif ve immünolojik bazda meydana çıkarlar. Ayrıca bunların pek çok değişik hastalığın iyileştirilmesi için kullanımları da oldukça geniştir. Sitozehirli ilaçlar, onkoloji ve radyoterapi üniteleri gibi çok özellik gösteren ve ana işlevleri kanseri yok etmek olan departmanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bunların hastanelerin diğer bölümlerinde de kullanımları gittikçe artmakta olduğu gibi hastane ortamı dışında da kullanılmaya başlamışlardır. [WHO,1999]

Sağlık sektöründe en çok kullanılan genotoksik maddeler Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından kanserojen ve olası kanserojen sınıflara ayrılmıştır. Kanserijen kimyasallara benzen, sitotoksik ilaçlar ve radyoaktif maddeler gösterilebilir.

2.1.6. Kimyasal Atıklar

Kimyasal atıklar, değerini yitirmiş katı, sıvı ve gaz fazında olan kimyasalları içerir. Tıbbi faaliyetler esnasında oluşan kimyasal atıklar koruma (bakım) kapsamına göre tehlikeli veya tehlikesiz olabilirler. Bunlar aşağıdaki özelliklerden her hangi birine sahip olurlarsa tehlikeli atık olarak nitelendirilirler. [WHO,1999]

- Zehirleyici (toksik);
- Korozif (ör : pH < 2 olan asitler ve pH > 12 olan bazlar);
- Kolay tutuşabilen (alevlenabilir);
- Reaktif (patlayıcı, suyla reaksiyona girebilen, darbeye hassas);
- Gen zehirleyici özellik taşıyan (sitostatik ilaçlar).

Tehlikeli olmayan kimyasal atıklar yukarıdaki özelliklerin hiç birine sahip olmayan şeker, amino asit ve bazı organik ve inorganik tuzlar gibi kimyasalları içerirler.

Tıbbi tesis merkezlerinin bakımı ve temizliği amacıyla kullanılan tehlikeli kimyasallar çeşitlilik göstermektedir. Bunlara formaldehit, fotografik kimyasallar, çözücüler, organik ve inorganik kimyasallar örnek gösterilebilir.

Formaldehit tıbbi tesisler için önemli bir kimyasal atıktır. Cihazları (ör : hemodiyaliz cihazı veya ameliyat ekipmanları) temizlemekte ve bunların dezenfeksiyonunda, numuneleri muhafaza etmede, sıvı haldeki bulaşıcı atıkları dezenfekte etmede ve patolojide, otopside, diyalizde, mumyalama ünitelerinde kullanılır.

Fotografik amaçlı solüsyonlar X-ışını röntgen ünitelerinde kullanılır. Bu solüsyonlarda sabitleştirici olarak kullanılan (fixer) kimyasallar genellikle %5-10 hidrokinon, % 1-5 potasyum hidroksit ve % 1'den az miktarda gümüş içerir. Röntgen filmlerinin banyo sıvıları yaklaşık % 45 glütar aldehit içerir. Ayrıca banyo yapılan sıvılarda ve fixer çözeltileri içinde asetik asit de diğer bir kimyasal madde olarak kullanılmaktadır.

Çözücü içeren atıklar, patoloji ve histoloji laboratuvarları ve hastane bakım ünitelerinin de içinde bulunduğu değişik hastane birimlerinde ortaya çıkmaktadır.

Tıbbi tesislerde kullanılan çözücüler, metilen klorid, kloroform, trikloretilen ve soğutucular gibi halojenli bileşiklerle, ksilen, metanol, aseton, isopropanol, toluen, etilasetat ve asetonitril gibi halojensiz bileşikler içermektedir.

Tıbbi tesislerde oluşan, organik kimyasal atıklar aşağıda özetlenmiştir:

- Yerlerin temizlenmesinde kullanılan dezenfektan ve temizlik çözeltileri bulunan fenol bazlı kimyasallar ile çamaşırhane ve atölyelerde kullanılan etilen bileşikleri.
- Vakum pompa yağları ve araçlardan çıkan kullanılmış motor yağları.
- Böcek ve kemirgenlere karşı kullanılan ilaçlar.

İnorganik kimyasal atıklar esas olarak asit ve alkalilerden (bazlardan) oluşurlar. (sülfürik, hidroklorik, nitrik ve kromik asitler, sodyum hidroksit ve amonyak çözeltileri). Bunlar potasyum permanganat (KMnO_4) ve potasyum bikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) gibi oksidantları ve sodyum bisülfid NaHSO_3 ve sodyum sülfid Na_2SO_3 gibi indirgeyici kimyasal maddeleri de içerirler. [WHO,1999]

2.1.7. Yüksek Miktarda Ağır Metal İçeren Atıklar

Yüksek miktarda ağır metaller içeren atıklar, tehlikeli kimyasal atıkların alt sınıfını oluşturmaktadır ve bunlar genellikle yüksek derecede zehirlidirler. Cıvalı atıklar, tipik olarak, kırılan klinik ekipmanlardan (dökülmelerden) oluşmaktadır ancak katı-hal elektronik algılama cihazlarının (termometre, tansiyon ölçme aletleri vb.) gittikçe bunların yerini almaları ile bunların miktarları giderek azalmaktadır. Mümkün olduğunca dökülen cıva damlaları hemen toplanmalıdır. Diş bakımları sırasında da ortaya çıkan artıklarda yüksek miktarlarda cıva bulunabilir. Kadmiyum içeren atıklar genelde bitmiş/ıskartaya çıkmış pillerden oluşur. İçinde kurşun içeren “takviyeli paneller” halen X-ışınlarının radyasyonlarından korunmada ve teşhis/tanı bölümlerinde kullanılmaktadır. Bazı ilaçlar da arsenik içermektedir, ancak bunlar da ilaç atıkları olarak ele alınmaktadır.

2.1.8. Basınçlı Konteynerler

Günümüzde pek çok değişik tip ve bileşimdeki gaz tıbbi faaliyetler için kullanılmaktadır. Bunlar genellikle basınçlı silolarda, kartuşlarda ve aerosol kutularda depolanmakta ve saklanmaktadır. Yine bunların pek çoğu, bir kez

boşaldığında veya daha fazla kullanılamadığı durumlarda (hala artık/kalıntı içerebilirler) yeniden doldurularak kullanım yoluna gidilebilmektedir. Ancak -belirli tipteki aerosol kutuları kesinlikle bertaraf edilmelidir.

İnert veya potansiyel olarak tehlikeli olmalarına bakılmaksızın basınçlı konteynerlerdeki gazlara daima özen ve dikkatle müdahale edilmelidir, çünkü bu konteynerler, alev almaları veya kazara delinmeleri halinde patlayabilirler.

2.1.9. Radyoaktif Atıklar

Radyoaktif atıklar radyonükleidlerle kirlenmiş katı, sıvı ve gaz malzemeler içerir. Bunlar birtakım işlemlerin sonucu olarak ortaya çıkmaktadırlar. Örneğin, vücut dokularının ve sıvılarının in-vitro analizi, in-vivo organ görüntüleme, tümör lokalizasyonu, çeşitli araştırma ve terapatik çalışmalara yönelik işlemler gibi faaliyetler sırasında oluşurlar.

Tıbbi faaliyetler sırasında yapılan çalışmalarda ve araştırmalarda kullanılan radyonükleidlerle ilgili kaynaklar ve oluşan atıklar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Kapalı olarak muhafaza edilen kaynaklar;
- Kullanım dışı kalmış radyonükleid üreteçleri (jeneratörler);
- Uygulamalar sırasında ortaya çıkan katı düşük miktardaki atıklar, örneğin: emici kağıtlar, temizlik bezleri, cam eşyalar, şırıngalar, küçük şişeler;
- Radyoaktif malzemeler ve istenilmeyen çözeltilerin naklieleri esnasında oluşan artıklar ve kalıntılar, tanı ve iyileştirme amaçlı kullanımlarda ortaya çıkan atıklar; su ile karışmayan sıvılar, artıklar/kalıntılar ve kirli pompa yağları;
- Radyoaktif maddelerin sıçraması veya dökülmesinden oluşan atıklar;
- Açık radyonükleidlerle tedavi gören veya testler yapılan edilen hastalardan arta kalan atıkları;
- Düşük miktarda sıvı atıklar, örneğin; cihazların yıkanmasından ortaya çıkan atıklar;
- Uygulamalar sırasında ortaya çıkan gazlar ve egzozlar.

2.2. Tıbbi Tesislerdeki Atık Kaynakları

Tıbbi faaliyetler esnasında oluşan atık kaynakları atık miktarlarına bağlı olarak küçük veya büyük miktarlardaki atıklar olarak sınıflandırılabilir.

Az ve dağınık halde bulunan kaynaklara ait temel özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Nadir olarak radyoaktif veya sitostatik atık özellikleri taşırlar
- Genellikle insan vücudu parçaları bulunmaz;
- Genellikle kesici aletler ve hipodermik iğnelerden oluşmaktadır.

Küçük miktarlarda atık üreten tıbbi tesislere; küçük tıbbi tesisler (doktor muayenahaneleri, diş klinikleri, akupunktur merkezleri), az miktarda atık oluşturan özel tıbbi kurumlar ve enstitüleri (huzurevleri, psikiyatri hastaneleri, özürlülere ait enstitüler), damardan veya cilt altı karışımları kullanan kurum veya kişiler (kozmetik, kulak delme ve dövme salonları, illegal hap kullanıcıları), cenaze hizmetleri, ambulans hizmetleri ve evde verilen tedavi hizmetleri örnek gösterilebilir.

Tıbbi atık oluşumunun yoğun olarak gözlendiği asıl tesisler büyük miktarda atık üreten tıbbi tesislerdir. Bu tesislerin atık oluşumundaki payının yüksek olması hizmet verdiği insan sayısının çok olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Büyük miktarlarda atık üreten tıbbi tesisler hastaneler (üniversite ve genel maksatlı hastaneler, sağlık ocakları), diğer tıbbi tesisler (acil sağlık yardım kuruluşları, doğum doktorları ve gebelik klinikleri, ayakta tedavi yapan klinikler, dispanserler, diyaliz merkezleri, ilk yardım merkezleri ve hasta/hastane koğuşları, uzun süreli hizmet veren huzurevleri, kan nakil merkezleri, askeri tıp hizmetleri) tedavi hizmetleri ile ilgili laboratuvar ve araştırma merkezleri (tıbbi ve biyomedikal laboratuvarlar, biyoteknoloji laboratuvarları ve enstitüleri askeri tıp merkezleri), morglar ve otopsi merkezleri, hayvanlar üzerinde araştırma ve test yapan kuruluşlar, kan bankaları ve kan toplama hizmetleri veren kuruluşlar, yaşlılar için hemşire hizmeti veren huzurevleridir.

2.3. Tıbbi Atığın Bileşimi

Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından gelişmiş ülkelerde yapılan araştırmalarda sağlık kuruluşlarında oluşan atıkların kompozisyonu ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- %80'i evsel atık yönetim sistemi ile işlenebilen genel tıbbi atıklar;
- %15'i patolojik ve enfekte atık;
- %1'i kesici atık;
- %3'ü kimyasal ve farmasötik atık;
- %1'den daha azı radyoaktif veya sitotoksik atık, basınçlı kaplar veya kırık termometreler ve kullanılmış piller gibi özel atıklar. [WHO,1994]

Amerikan Hastaneler Birliği tarafından yapılan bir araştırmaya göre sağlık kuruluşları tarafından oluşturulan atıkların %75-90'ı risksiz veya evsel atıklara benzeyen genel atıklardır. Çoğunlukla sağlık kuruluşlarının yönetim ve genel temizlik fonksiyonlarından oluşurlar. Sağlık kuruluşlarında oluşan atıkların geriye kalan %10-25'i tehlikeli olarak kabul edilir ve çeşitli sağlık riskleri yaratabilir.

3. TIBBİ ATIKLARIN BERTARAF YÖNTEMLERİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

Tıbbi atıklar tehlikeli atık grubundan olup halk sağlığına ve çevreye zarar verebilirler. Bu sebeple evsel nitelikli çöplerden ayrı olarak işlem görmeleri, ayrı yerlerde geçici olarak depolanmaları, özel işlemlerle taşınmaları, toplanıp bertaraf edilmeleri, kısacası yönetilmeleri gerekmektedir.

Çevre Kanunu ile Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde geçen “Bertaraf etme” terimi, atıkların arıtılmalarını, gerekli olan değişik işlemleri görmelerini, böylece çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek hale getirilmelerini ve devamlı denetim altında tutulmalarını ifade etmektedir.

Tıbbi atık bertarafında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler düzenli depolama, yakma, kimyasal dezenfeksiyon, mikrodalga ve sterilizasyon sayılabilir.

3.1. Düzenli Depolama

Düzenli depolama, ister evsel, ister tehlikeli atık veya tıbbi atık olsun, katı atıkların çevre sağlığına uygun şekilde depolandığı bir tesisi ifade eder. Bir düzenli depoda,

- a) Taban, mineral olan kil ve geomembranla (plastik pestille, muşamba ile) geçirimsiz hale getirilmiştir.
- b) Oluşacak muhtelif gazlar gaz derleme bacaları ile derlenip toplanmaktadır.
- c) Katı atıklardan ve çevreden gelen sızıntı ve süzüntü suları toplanıp arıtılmaktadır.
- d) Katı atıklar bir geçirimsiz taban üzerine serilmektedir.
- e) Katı atıklar depolandıktan sonra üzerleri yağış sularının atıklara ulaşmasını engelleyecek sızdırmaz tabakalar ile örtülmektedir.
- f) Depo son halini aldıktan sonra üzeri toprak tabakası ile örtülüp yeşillendirilmekte ve peyzaj çalışmaları yapılmaktadır.
- g) Düzenli depoya içeriye girişler denetlenip kayıt altına alınmıştır.

- h) Düzenli depo içinde arıtma, kontrol, tamir ve müdahalelerin yapılabilirdiği muhtelif birimler ve tesisler bulunmaktadır.

Her türlü atığın depolanacağı bir düzenli depolamanın özellikleri kısaca şöyledir:

1. Atıklar çevreye kötü kokular yaymaz.
2. Atıklar rüzgârla etrafa yayılıp çevreyi kirletmez.
3. Atıklar içinde zararlı ve hastalık taşıyıcı canlılara barınma ve çoğalma ortamı ortadan kalkmıştır.
4. İçinde başta karbon dioksit ve metan olmak üzere muhtelif gazların çıkışı pasif ve aktif yöntemlerle kontrol altına alınmıştır. Her iki grup yöntemle depo gazının çevreye yayılması engellenmiş, gazlar denetim altında tutulmuş, arıtılmış veya bertaraf edilmiştir. Pasif yöntemlerde depo gazı toplanıp atmosfere verilir, arıtılır veya yakılırken aktif yöntemlerde, eğer gerçekleştirilen yapılabilirlik çalışmaları sonucunda uygulanma imkânı belirlenmiş ise, depo gazı yakılarak elektrik üretilir veya sıcak su, buhar v.s. elde edilir.
5. Süzüntü ve sızıntı suları kontrol altına alınıp arıtılır, yeraltı ve yerüstü suları kirlenmeye karşı korunur.
6. Depo tesisine insanların, evcil ve yabanî hayvanların girmesine, orada barınıp beslenmelerine ve çoğalmalarına engel olunur. Bu amaçla depo çevresi en etkili engellerle, dikenli telli duvar ve benzerleri ile çevrilir.
7. Depolama tesisi içinde kantar, laboratuvar, teknik ve idari birimler bulunur.

Düzenli depolama tesisi gelişigüzel bir arazi parçası olmayıp etrafı insan ve hayvanların girmesini engelleyen, içindeki birimlerle bir fabrika veya arıtma tesisi gibi çalışıp hizmet veren bir kuruluştur.

Depo tabanına serilip uygulanan sızdırmaz katmanlar, özellikle kil gibi mineral esaslı olan tabaka, sızıntı sularından etkilenip sızdırmazlık niteliklerini zamanla kaybedebilirler. Bu yüzden daha tehlikeli olan tıbbi atıkların depolanacağı tesisin sızdırmazlık tabakaları daha çok sayıda ve kalın tutulurken geomembran denen plastik malzemeden sızdırmazlık tabakaları da kullanılmakta, ayrıca yeraltı suyuna zamanla olabilecek sızıntı suyu kaçaklarına karşı çevrede açılacak kuyulardan her ay alınacak örneklerde sızıntı suyu kaçakları olup olmadığı araştırılıp denetlenmektedir.

Tıbbi atıkların düzenli depolanması üç şekilde gerçekleştirilebilir:

- a- Tehlikeli atık depolama alanı olarak hazırlanmış alanların özel bir bölümünde diğer tehlikeli atıklardan ayrı olarak, veya
- b- Evsel atıkların bertaraf alanı olarak hazırlanmış tesislerin tıbbi atık depolanmasına, depo tabanı katmanları ile çevresi uygun hale getirilmiş özel bir bölümünde diğer evsel atıklardan ayrı olarak, veya
- c- Sadece tıbbi atıklar için hazırlanmış bir düzenli depolama tesisinde depolanırlar (Fotoğraf 3. 1).



Fotoğraf 3. 1. Düzenli Depolama (Ankara Büyükşehir Belediyesi)

3.2. Tıbbi Atıkların Yakılması

Tıbbi atıkların yakılması, yüksek ısıda ($850^{\circ}\text{C} - 1100^{\circ}\text{C}$) yürütülen bir kuru oksidasyon işlemi olup organik ve yanabilen maddelerin yakılarak inorganik ve artık yakılamaz hale dönüştürülmesi, bu şekilde tıbbi atığın hacim ve ağırlık olarak küçültülmesi anlamına gelmektedir. Yakma işlemi özellikle tıbbi atıkların bertarafında önemli bir metoddur.

Yakma işlemi özel fırınlar içerisinde gerçekleştirilir. Tıbbi atık içerisindeki organik maddeler yanarken patojen mikroorganizmalar da bertaraf edilmiş olur. Yakma süreci sonucu tıbbi atığın hacminde %95, kütlesinde %75-80 oranında önemli bir azalma meydana gelir. Yakma sisteminde atıkların asgari kalma süresi 1 saattir. Yanma sonucunda oluşan baca gazları tamamen yakılmak üzere sıcaklığı $1100^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$ arasında olan ikinci bir yanma odasına gönderilir. İkinci yanma odası, dioksin ve furon gibi zehirli organik maddelerin kontrol altına alınması için gerekli bir işlemdir. Yanma sırasında genel olarak TOK, HCl, HF, SO_2 , NOX, ağır metaller (Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, As, Hg, Cd), organik maddeler ve dioksin, furon gibi zehirli gazlar oluşur.

Yakılması uygun ve bu uygunluğu sağlamayan atık ürünler şu şekilde belirtilebilir.

Yakılması uygun atıklar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Düşük ısıtma değeri : tek-hücreli yakma tesislerinde 2000 kcal/kg (8370 kJ/kg) dan yüksek ve pirolitik çift-hücreli yakma tesislerinde 3500 kcal/kg (14640 kJ/kg) dan yüksek.
- Yakılabilir maddelerin oranı 60% atık ürünler.
- Yakılamayan katı maddelerin oranı 5%. Yakılamayan küçük taneli atıklar için 20% den düşük atık ürünler.
- Nem oranı 30% den düşük atık ürünler.

Yakılamayan atık çeşitleri ise aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Basınçlı gaz konteynerleri.
- Büyük miktarda reaktif kimyasal atıklar.
- Gümüş tuzları, fotoğraflama veya radyografi atıkları.
- Polivinil klorür (PVC) gibi halojen plastikler.(Dioksin-furan arıtma tesisi varsa bu plastikler yakılabilir)
- Kırık termometre, kullanılmış piller ve kurşun kaplamalı tahta paneller gibi yüksek cıva ve kadmiyum içeren atıklar.
- Kapalı veya ağır metaller içeren ampuller.

Tıbbi atıkları yakmak için kullanılacak sitenin mevcut imkanlar ve bölgenin coğrafik jeolojik durumu, iklim koşulları vb. göz önünde bulundurularak kurulması, ayrıca atıkların yakılmadıkları takdirde çevrede yaşayan halka getirecekleri patojen mikroorganizmalar anlamındaki zararları ile yakılmaları sırasında çevreye getirebilecekleri hava ve su kirliliği olasılıklarını dengeleyebilmek önemlidir. Uygun olmayan koşullarda ve eksik teknoloji ile yakılan tıbbi atıklar hava ve su kirliliğine neden olabilecekleri unutulmamalıdır.

Tıbbi atık yakılma işleminden sonra çıkan atık gaz değerleri ilgili yönetmelik tarafından belirlenmiştir.

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği- (Mart 2005)

Madde 20 – (EK 7) de yer alan tehlikeli atıkların yakılması sırasında uyulması gereken esaslar ve limit değerler aşağıda sunulmuştur.

a) 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 iki saniye olması zorunludur. Bu brülörler, yakıcının çalışmaya başlatılması veya durdurulması sırasında yakıcı sıcaklığının düşmesinin neden olacağı tam olmayan yanmayı önlemek amacıyla kullanılır.

Yakma tesisinde;

- 1- Sistemin işletmeye alınmasında gerekli minimum yakıcı odası sıcaklığına erişinceye kadar,
- 2- İstenen minimum yakıcı sıcaklığı elde edilinceye kadar,
- 3- Yakıcıdan çıkan emisyonların, emisyon limit değerleri altında tutulması için kullanılan ekipmanlarda bir arıza meydana geldiği zaman, tehlikeli atık beslemesini durdurmak için bir sistemin olması zorunludur.

Tehlikeli atıkların yakıldığı tesisler, mümkün olduğunca tam yanmanın sağlanabileceği şekilde işletilmelidir. Bunu sağlamak için bazen uygun tekniklerle atık ön işlemlerinin uygulanması gerekebilir. Yakma tesislerinden oluşan ısı mümkün olduğunca geri kazanılmalıdır.

b) Yakma tesisinde işletme sırasında yanma gazındaki Karbon monoksit (CO) için aşağıda verilen limit değerler aşılmaz.

- 1- Yanma gazında günlük ortalama değer olarak; 50 mg/m³,
- 2- Yanma gazında 10 dakikalık ortalama değerler olarak alınan tüm ölçümlerin en az % 95'inde; 150 mg/m³,
- 3- Yanma gazında herhangi bir 24 saat zaman aralığı içinde yarım saatlik ortalama değerler olarak alınan tüm ölçümlerde; 100 mg/m³.

c) Yakma tesisleri, baca gazlarında aşağıdaki emisyon limitlerini geçmeyecek şekilde tasarlanır, donatılır ve işletilir. Yanma gazları kontrollü bir şekilde baca yardımıyla atmosfere atılır. Tesisin baca yüksekliği, 7/10/2004 tarihli ve 25606 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği göre tasarlanır ve uygulanır. Yakma tesisleri baca gazlarında aşağıdaki emisyon limit değerleri aşılmaması gerekmektedir.

1) Günlük ortalama değerler:

Toplam toz	10 mg/m ³
Toplam organik karbonla ifade edilen gaz ve buharlı organik maddeler	10 mg/m ³
Hidrojen Klorür (HCl)	10 mg/m ³
Hidrojen Florür (HF)	1 mg/m ³
Kükürt dioksit (SO ₂)	50 mg/m ³
Azot monoksit ve azot dioksit (NO ₂) olarak	200 mg/m ³

2) Yarım saatlik ortalama değerler:

Toplam toz	30 mg/m ³
Toplam organik karbonla ifade edilen gaz ve buhar halinde organik maddeler	20 mg/m ³
Hidrojen Klorür (HCl)	60 mg/m ³
Hidrojen Florür (HF)	4 mg/m ³
Kükürt dioksit SO ₂	200 mg/m ³
Azot monoksit ve azot dioksit (NO ₂ olarak)	400 mg/m ³

- 3) Minimum yarım saatlik ve maksimum sekiz saatlik bir örnekleme sürecinde tüm ortalama değerler:

Kadmiyum ve bileşikleri (Cd olarak)
Talyum ve bileşikleri (TI olarak) } Toplam 0.05 mg/Nm³

Cıva ve bileşikleri (Hg olarak) Toplam 0.05 mg/m³

Antimon ve bileşikleri (Sb olarak)
Arsenik ve bileşikleri (As olarak)
Kurşun ve bileşikleri (Pb olarak)
Krom ve bileşikleri (Cr olarak)
Kobalt ve bileşikleri (Co olarak)
Bakır ve bileşikleri (Cu olarak)
Mangan ve bileşikleri (Mn olarak)
Nikel ve bileşikleri (Ni olarak)
Vanadyum ve bileşikleri (V olarak)
Kalay ve bileşikleri (Sn olarak) } Toplam 0.5 mg/ m³

Aşağıdaki emisyonların sürekli ölçümleri yapılacaktır:

Toplam toz

Karbon monoksit (CO)

Hidrojen Florür (HF)

Hidrojen Klorür (HCL)

Oksijen, basınç ve sıcaklık

Bu ortalama değerler, ilgili ağır metal emisyonlarının gaz ve buhar şeklinde olanlarıyla beraber metal bileşiklerini de kapsamaktadır.

d) Dioksin ve furan emisyonları en ileri tekniklerle azaltılır. Minimum altı saat ve maksimum sekiz saatlik örnekleme süresinde ölçülen tüm ortalama değerler $0,1 \text{ ng/m}^3$ limit değerini aşmamalıdır.

Baca gazı ölçümlerinin (b), (c) ve (d) bentlerindeki emisyon limit değerlerine uygunluğunu karşılaştırmak için ölçüm sonuçları; sıcaklık $273 \text{ }^\circ\text{K}$, basınç $101,3 \text{ kPa}$, % 11 oksijen ve kuru gaza göre standartlaştırılır.

3.2.1. Tıbbi Atık Yakma Tesisinde Oluşan Başlıca Kirleticiler

Tıbbi atık yakma tesislerinde oluşan başlıca kirleticiler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler:

1. Asit gazları

- Hidroklorik asit (HCl)
- Kükürt dioksit (SO_2)
- Kükürt trioksit (SO_3)
- Hidroflorik asit (HF)
- Azot oksitler (NO_x)
- Karbon monoksit (CO)

Bu asit gazları içinde HCl atık içerisindeki klorlu plastiklerden, SO_2 kükürtlü bileşiklerden, SO_3 baca gazında SO_2 'nin oksitlenmesinden, HF atık içindeki florokarbonlardan, NO_x yanma için kullanılan hava ve yakıt içindeki azotun yüksek yanma sıcaklığında oksijenle reaksiyona girmesi, CO ise tam olmayan yanma sonucu oluşur.

2. Partiküller (parçacık)

Yanma sonucu oluşan önemli partiküller aşağıda tanımlanmıştır:

Uçucu Kül, yanma neticesinde meydana gelen ve baca gazları içinde bulunan ince kül partikülleridir. Bu partiküller yanmamış yakıt (karbon) içerebilirler.

Duman, tam olmayan yanma neticesinde oluşan, genelde karbon ve diğer yanabilen maddelerden meydana gelen aerosoller olarak tanımlanabilir.

Kurum, yanma neticesinde parçacıklarının aglomerasyonundan (birleşmesinden) meydana gelen ve tam olmayan yanma neticesinde oluşan katran ihtiva eden partiküllerden oluşmaktadır.

Partiküller, elektrostatik filtre veya torbalı filtre ve kısmen ıslak arıtıcılarda diğer partiküllerle birlikte tutulur. Elektrostatik filtre veya torbalı filtrelerde partiküllerin tutulma verimi %99.9 mertebesinde dir

3. Ağır metaller (arsenik, kadmiyum, kurşun,civa)

Bunlar atık içerisindeki metal bileşiklerinden kaynaklanmakta, yanma sonucu parçacık veya gaz fazında baca gazında oluşmaktadırlar. Parçacık şeklinde olan ağır metaller diğer partiküllerle birlikte yukarıda bahsedilen partikül tutma sistemlerinde tutulurlar. Ağır metaller içinde kanserojen olanlar arsenik, kadmiyum, krom ve berilyumdur. Bazı metaller yanma odası çıkışındaki baca gazı sıcaklıklarında buhar fazında bulunabilirler. Bunlar ise püskürtmeli kurutucu veya ıslak arıtıcılarda baca gazının soğutulması ile birlikte yoğunlaşma sonucu tutulurlar.

4. Organik bileşikler (dioksin ve furanlar)

Kısaca dioksin olarak bilinen klorlu dibenzo-p-dioksinler ve benzeri bileşikler, şimdiye kadar üzerinde çalışılan antropojenik kaynaklı toksik maddeler içinde insan sağlığı açısından en tehlikeli maddelerdendir. Toksikolojik çalışmalarda, deney hayvanları üzerinde, çevredeki birçok kimyasalın yüzlerce veya binlerce katı düşük seviyelerde zararlı etki gösterdiği görülmüştür.

Poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD), poliklorlu dibenzo-furanlar (PCDF) ve poliklorlu bifeniller (PCB), halojenli aromatik hidrokarbonlar sınıfına girmektedir. PCDD ve PCDF'ler içinde en toksik olanının 2,3,7,8 –TCDD (tetrakloro dibenzo dioksin) olduğu belirlenmiştir. Dioksinler aşağıdaki mekanizmalar sonucu oluşabilir:

(1) Yanma esnasında dioksin içeren malzemelerin tam olarak yanmadan (parçalanmadan) bacagazı ile birlikte çıkması.

(2) Dioksin oluşturma potansiyeline sahip klorlu aromatik hidrokarbonların (precursor), örneğin PCB'lerin, klorlu fenoller'lerin ve klorlu benzenlerin, yanma

esnasında termal ayrışması ve uçucu küllerin yüzeyinde yoğunlaşarak adsorbe olması. Bu oluşum bilhassa ikincil yanmadan sonra baca gazlarının soğuması ile birlikte, 250-450 °C sıcaklık menziline, inorganik klorlu bileşiklerin katalizör etkisi yapması sonucu önem kazanır. Bu durum özellikle boylerin ve hava kirliliği kontrol cihazlarının bulunduğu kısımda önemli olabilir.

3.3. Kimyasal Dezenfeksiyon

Tıbbi faaliyetlerde kullanılan ve tıbbi ekipmanların, yerlerin ve duvarlardaki mikroorganizmaların öldürülmesi amacıyla sık olarak kullanılmakta olan kimyasal dezenfektanlar son zamanlarda tıbbi atıkların bertarafında da kullanılmaktadır. Atıklara kimyasallar ilave edilerek içerdikleri patojenler etkisiz hale getirilir veya öldürülür. Bu işlem genellikle sterilizasyondan ziyade bir dezenfektasyon işlemidir. Kimyasal dezenfektasyon daha çok kan, idrar, dışkı veya hastane lağımı gibi sıvı atıkların işlenmesi için uygundur. Buna rağmen, katı-ve hatta az tehlikeli-mikrobiyolojik kültürler, kesiciler vb. tıbbi atıkları, aşağıdaki sınırlamalar dahilinde kimyasal olarak dezenfekte edilebilirler:

- Dezenfeksiyon önce atıkları parçalama ve/veya öğütme genellikle lüzumludur. Kullanılan parçalayıcıların çok sık mekanik arızalanması sebebiyle bu işlem zincirin hemen hemen en zayıf halkasıdır.
- İyi eğitilmiş ve yeterli olarak korunmuş şahıslarca kullanılması gereken güçlü dezenfektanlara ihtiyaç vardır.
- Dezenfeksiyon verimi işletme şartlarına bağlıdır.
- Tüm katı atığın sadece temas edilen yüzeyi dezenfekte edilmektedir.

Normal olarak insan vücudu parçaları ve hayvan leşleri kimyasallarla dezenfekte edilmez. Eğer alternatif bertaraf işlemleri henüz mevcut değilse bunlar küçük parçalara bölündükten sonra kimyasal dezenfektasyona tabi tutulabilir. Kimyasal dezenfektasyon işlemlerinin planlanmasında artık/kalıntıları bertaraf etme gereksinimi dikkatlice gözden geçirilmelidir. Uygun olmayan bir bertaraf ciddi boyutlu çevresel problemlerin oluşmasına sebep olabilir. [WHO,1999]

Dezenfeksiyon etkinliği standart mikrobiyolojik testlerde indikatör olarak kullanılan organizmaların yaşama oranları ile değerlendirilmektedir. Tıbbi atıkların

dezenfeksiyonunda yaygın olarak kullanılan kimyasal maddeler ve bunların etkinlikleri aşağıda özetlenmiştir:

Formaldehit (HCHO): Bütün mikroorganizmalara (bakteri, virüs, sporlu bakteri) karşı etkindir. 80 °C sıcaklıkta buhar ile birlikte kuru katı atıklara karşı uygulanır. Temas süresi: 45 dakika.

Etilen oksit (CH₂OCH₂): Bütün mikroorganizmalara (bakteri, virüs, sporlu bakteri) karşı etkindir. Katı atıkların dezenfeksiyonunda uygulama sıcaklığı 37 – 55 C ve nem % 60 – 80 mertebesinde olmalıdır. Temas süresi: 4–12 saattir.

Glutaraldehit (CHO-(CH₂))₃-CHO): Bakterilere ve parazitlerin yumurtalarına karşı etkindir. % 25 – 50'lik solüsyon olarak ve %2'lik asetat tamponu ile birlikte uygulanır. Temas süresi: 5 dakika (tıbbi ekipmanlar için), 10 saat (sporları yok etmek için). Atıkların dezenfeksiyonu için bakteriyolojik testler yapılarak karar verilir.

Sodyumhipoklorit (NaOCl) : Hemen bütün bakteriler, virüslere ve sporlara karşı etkindir. Kan ve benzeri yüksek organik madde içeren sıvılar için fazla etkin değil. Yaygın olarak suyun dezenfeksiyonu için kullanılır. Atıklar için temas süresi bakteriyolojik testlere göre tayin edilir.

Klordioksit (ClO₂): Hemen tüm bakterilere, virüslere ve sporlara karşı etkindir. Yaygın olarak içme suyu hazırlanmasında, sanitasyon işlemlerinde ve su arıtılmasında kullanılır.

Zamanımızda, endüstrileşmiş ülkelerde tıbbi atıkların kimyasal dezenfektasyonu sınırlandırılmıştır. Buna rağmen bu yöntem, gelişmekte olan ülkelerde kolera hadiseleri sonucu hasta dışkıları gibi fizyolojik sıvıların ve çok bulaşıcı maddelerin bertarafında cazibesini hala korumaktadır.

Kimyasal dezenfektasyon genellikle hastanelerde gerçekleştirilir. Son zamanlarda, tıbbi atıkların bertarafında da ticari amaçlı ve tam otomatik sistemler geliştirilmiş olup bunlar endüstriyel bölgelerde kullanılmaktadır. Dezenfekte edilmiş atıklar risk taşımayan tıbbi atık olarak bertaraf edilebilirler. Ancak kimyasal dezenfektanlar sızıntı yoluyla ciddi çevresel problemler yaratabilirler.

3.4. Mikrodalga ve Işınlanma Teknolojisi

Yeni bir tıbbi atık bertaraf yöntemi sayılabilir. Bu teknik gelişmiş ülkelerde bazı birimlerde kullanılmaktadır.

Mikrodalgalarla çalışan bertaraf ünitelerinde, atıkları küçük parçalara bölen bir yükleme sistemi mevcuttur. Atıklar daha sonra nemlendirilir ve mikrodalga jeneratörleri ile donanımlı ısıtılma odasına gönderilirler. Atıklar burada 20 dakika kadar ısıtılma tabi tutulurlar. Isıtlamadan sonra, atıklar bir konteyner içinde toplanır ve diğer evsel atıklarla birlikte belediye atık sistemine gönderilir.

Pek çok mikroorganizma 2450 MHz frekanslı ve 12.24 cm dalga boylu mikrodalgalarla yok edilmektedir. Atıklar içindeki su mikrodalgalarla hızlı bir şekilde ısıtılmış olur ve bulaşıcı bileşenler ısı iletimi ile yok edilirler.

Mikrodalga teknolojisi kullanılarak elde edilen dezenfeksiyon verimliliği, bakteriyolojik ve virolojik testlerle periyodik olarak kontrol edilmelidir. ABD'de, rutin olarak gerçekleştirilen bakteriyolojik testlerde canlı sporlarda azalmanın % 99.99 olduğunun kanıtlanması için *Bacillus subtilis* kullanılması önerilmiştir. Test prosedürü daha önce bahsi geçen ıslak termal dezenfektasyona benzer.

Mikrodalga teknolojisi pek çok ülkede oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır ve gittikçe daha da popüler olmaktadır. Ancak, potansiyel işletme ve cihazların bakım sorunlarından oluşan yüksek maliyetler nedeni ile bu teknolojinin henüz gelişmekte olan ülkelerdeki kullanımı fazlaca önerilmemektedir. Daha farklı dalga boyları veya elektron ışınları kullanılan benzer teknolojiler de geliştirilmiş bulunmaktadır.

Mikrodalga ısıtılma ekipmanları, besleme sistemleri, parçalayıcılar, buhar nemlendirme tankları, ısıtılma odası ve mikrodalga jeneratörleri ile atık kompaktörlerinden oluşan ve 250 kg/saat (3000 ton/yıl) kapasiteli bir sistemin yatırım maliyeti yaklaşık 0.5 milyon ABD Dolar seviyesini bulmaktadır. Son zamanlarda tıbbi atıkların oluştukları yerde bertarafı için daha kompakt sistemler de geliştirilmiştir. Bunlar oldukça düşük kapasiteli sistemler olup maliyetleri oldukça uygundur [WHO,1999].

3.5. Sterilizasyon

Ülkemizde yaygınlaşan bir işlem türü olarak göze çarpmaktadır. Yakma işlemine göre toplanma sürecinde iyileştirme yapıldığında daha uygun bir yöntem olduğu söylenebilir.

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 2005 yılında yenilenmiş olan şeklinde, yer verilen sterilizasyon işleminde parçalama ünitesinde ufalanan tıbbi atıklar yüksek sıcaklık ve basınca sahip buharın etkisine maruz bırakılır (işlem olarak otoklav-sterilizasyon prosesine benzer). Sıcaklık ve temas süresinin yeterli olması durumunda bu şekilde mikroorganizmaların çoğunluğu tesirsiz hale getirilir. Dezenfeksiyon işleminde bakterilerin %99,99 oranında inaktivasyonu söz konusu iken, bu değer, otoklav kullanılarak gerçekleştirilen sterilizasyon işleminde % 99,9999 'dur. Sterilizasyon işlemi sonunda parçalanarak tanınmaz hale getirilen atığın kentsel atıklar ile birlikte bertarafı mümkündür.

Buhar kullanımı

- Tıbbi atık torbaları silindirik reaktöre yerleştirilir.
- Proses 30-90 dakika sürer. 130-190 °C (minimum 121 °C). 100-500 kPa basınç uygulanır.
- Hacim azaltılması %75 olarak gerçekleşir.
- Proses sonucu çıkan atık inert olup arazide depolanarak bertaraf edilebilir.
- Bu yöntem kimyasal, farmatoksik veya patolojik atıklar için uygun değildir.
- İlk yatırım maliyetleri 20 dm³ – 8 m³ hacimler için 50 000 – 200 000 \$ civarındadır.

Sterilizasyon sonrasında tıbbi atığın hacminde bir azalma gözlenmektedir. Bu hacim azalması evsel atık değeri kazanan tıbbi atığın depolanmasında avantaj sağlamaktadır (Fotoğraf 3. 2).



Fotoğraf 3. 2. Sterilizasyon Öncesi ve Sonrası

Yüksek sıcaklığa sahip buhar kullanımı

- Bu sistem ısıtılabilen bir parçalayıcı ve dezenfeksiyon ünitesinden oluşur.
- Dezenfeksiyon ünitesi atmosfer basıncında yüksek sıcaklıklara ulaşan buharın kullanımına dayanır.
- Bu buhar, parçalayıcı içerisinde, 480-700°C sıcaklığa ulaşır.
- Atıklar parçalayıcıda ufalanır. Atık hacmi %50 azalır.
- Bu teknoloji klorlu atıklar da dahil olmak üzere tüm atık tiplerine uygulanabilir.
- Sistem maliyeti 600 000-800 000 \$ / 250 yatak. İşletme maliyetleri ise 1,35 \$/kg atık civarındadır.

Rotoklav

- Otoklav'ların modernize edilmiş şeklidir. Proses tam otomatik çalışır.
- Atıklar kapalı torbalar içerisinde doğrudan döner basınçlı hücre içine yerleştirilir.
- Sterilizasyon için su buharı kullanılır (basınç: 345 kPa, sıcaklık: 136°C)
- Hacim azalması parçalayıcıdan sonra % 80 kadardır.
- Proseste ortaya çıkan gazlar karbon filtrede tutulur. Yoğunlaşma suyu kanalizasyona verilir.
- Bu proses ile laboratuvar atıkları ve hayvan artıkları sterilize edilebilir. Kimyasal atıklar için uygun değildir.

- Sistem maliyeti 390 000 \$ - 1 700 000 \$, işletme maliyetleri 0,5 \$/kg'dır.

Tüm bu işlemlerde anahtar öge atıkların ufalanmasıdır. Kullanılan enerji taşıyıcının atığa daha iyi ve etkili tesir edebilmesi için atığın parçalanarak ufalanması gerekmektedir. Bu işlem sterilizasyondan önce yapılırsa, parçalayıcının da bilahare temizlenmesi gerekmektedir. Sistem seçimi karar aşamasında, sterilizasyonda kullanılan parçalayıcılarda genelde sık arıza oluşması ve kesici bıçakların değiştirilmesi gerekliliği göz ardı edilmemelidir.

Tıbbi atıkların sterilizasyonu ile ilgili yönetmelik maddeleri [TAKY, 2005]

Madde 46- Enfeksiyöz atıklar ile kesici-delici atıklar, sterilizasyon işlemine tabi tutularak zararsız hale getirilebilirler. Zararsız hale getirilen atıklar, evsel atık depolama alanlarında depolanarak bertaraf edilebilirler. Sterilizasyon sistemleri büyükşehirlerde büyükşehir belediyeleri, büyükşehir belediyesi olmayan yerlerde ise belediyeler veya bunların yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar tarafından kurulur ve işletilir. Üniteler tarafından münferit sterilizasyon tesisleri kurulamaz ve işletilemez. Sterilizasyon sistemlerinin, başta mekanik güvenlik (yüksek kabin içi basınç, sıcaklığa dayanıklılık ve benzeri) ve sterilizasyon performansı açısından uluslararası kabul edilmiş standartlara (ISO, CE ve benzeri) uygun olduğu belgelendirilir. Sterilizasyon tesislerinde atıkların işleme tabi tutulmadan önce, çevre ve insan sağlığına zarar vermeden güvenli bir şekilde geçici olarak depolanabileceği, +4 °C'de soğutulan bir depo yeri bulunur. Bu deponun, 19 uncu maddenin birinci fıkrasının (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) ve (j) bentlerinde belirtilen şartları taşıması zorunludur. Sterilizasyon işlemine tabi tutulacak atıklar içinde patolojik atıklar ile başta uçucu ve yarı uçucu organik maddeler ve civa olmak üzere kimyasal maddeler, genotoksik/sitotoksik ajanlar, radyolojik atıklar ve basınçlı kaplar bulunmaz. Sterilizasyon tesislerinde atık parçalama (shredding) mekanizmasının bulunması zorunludur. Parçalama ünitesi sterilizasyon bölümünün sonunda veya önünde yer alır. Atık parçalama ünitesinin sterilizasyon ünitesinden önce kullanılması durumunda, işlem sonunda bu ünite de sterilizasyon işlemine tabi tutulur. Sterilizasyon işlemi sırasında ve sonrasında hava ve su ortamında hiçbir kontaminasyon ve toksisite olmayacak şekilde tedbir alınır, atık su ve hava arıtılarak/sterilize edilerek alıcı ortama verilir. Başta miktar, basınç, sıcaklık ve atığın işleme maruz kalma süresi olmak üzere bütün işlem elektronik olarak kayıt altına

alınır ve talep edildiği durumda bütün bilgiler Bakanlığa gönderilir. Belediyelerce veya yetkilerini devrettiği kuruluşlar tarafından yapılan sterilizasyon işlemi ile zararsız hale getirilen atıklar, evsel atık depolama alanlarında depolanarak bertaraf edilebilir

Sterilizasyon işleminin geçerliliği

Madde 47- Sterilizasyon işlemine tabi tutulan enfeksiyöz atıkların zararsız hale getirilip getirilmediği kimyasal ve biyolojik indikatörler kullanılarak test edilir. Kimyasal indikatörler; enfeksiyöz atığın otoklav sterilizasyonunda kullanılır. Sterilizasyon tamamlandığında, atık ile birlikte otoklava konulmuş kimyasal indikatör taşıyıcısında renk değişikliği saptanmalıdır. Biyolojik indikatörler olarak; nemli yüksek sıcaklıklara hastalık yapıcı mikroorganizmalardan daha dayanıklı, insanda hastalık yapıcı etkisi olmayan, sporlu bakteriler *Bacillus stearothermophilus* veya *Bacillus subtilis* var. *niger* standart kökenleri kullanılır. Sterilizasyon etkinlik testleri için kullanılacak standart kökenler, *Bacillus stearothermophilus* ATCC12980 veya NCTC10007 ya da *Bacillus subtilis* var. *niger* ATCC9372 olmalıdır. Sterilizasyon işleminden çıkan atıkta potansiyel enfeksiyöz tüm mikroorganizmaların yok edildiğini saptamak için, atıkla beraber işleme konan biyolojik indikatörün canlı kalıp kalmadığını inceleme yönteminden yararlanılır. Sterilizasyon işleminin geçerli kabul edilmesi için *Bacillus stearothermophilus* veya *Bacillus subtilis* bakteri sporlarında minimum 4 log10 - 6 log10 azalma sağlanması zorunludur. Bunun kontrolü için belli sayıda *Bacillus stearothermophilus* veya *Bacillus subtilis* sporları inoküle edilmiş test stripleri veya benzeri uygun taşıyıcı, ısıya dayanıklı ve buhar geçirgenliği olan bir kap içinde atığın ortasına yerleştirilir ve sistem normal şartlarda çalıştırılır. İşlemin sonunda atığın içinden test mikroorganizmaları alınır; biyolojik indikatörün üreticisi tarafından kılavuzda tarif edilmiş olan besiyerine ekim yapılır. Bu esnada işleme konmamış en az bir biyolojik indikatör stripi de pozitif kontrol olarak paralel kültüre alınır ve *Bacillus subtilis* için 30°C'de, *Bacillus stearothermophilus* için 55°C'de olmak üzere 48 saat süreyle inkübasyona bırakılır. Süre sonunda sterilizasyondan çıkan biyolojik indikatörde mikrobiyal üreme olup olmadığı kontrol edilir ve sonuçları veri kayıt sistemine ilave edilir. Biyolojik indikatörler kullanılarak uygulanan sterilizasyon geçerlilik testleri, o gün sterilize edilen atık ile birlikte sterilizatöre konulan biyolojik indikatörlerin incelenmesi

suretiyle haftalık olarak yapılır. Sterilizasyondan çıkan sterilize edilmiş ve evsel atık karakterizasyonu kazanmış atıklar, atık bertaraf sahasında depolanmadan önce sterilizasyon tesisinin bulunduğu sahanın uygun bir yerinde çevreye zarar vermeyecek şekilde kapalı konteynerler içinde biyolojik indikatör testleri sonuçlanıncaya kadar muhafaza edilir ve bekletilir. Test sonucu olumlu ise atık depolanmak üzere depolama sahasına gönderilir. Test sonucu olumsuz ise sistem kontrol edilir ve sterilizasyon işlemi tekrarlanır. Ayrıca, akredite olmuş bir laboratuvar tarafından altı ayda bir yapılacak testler ile, belediyeler veya yetkilerini devrettiği kuruluşlarca yapılan sterilizasyon işleminin geçerliliği kontrol edilir. Analiz için gerekli numune, ilgili standart prosedürlere göre, analizi yapacak laboratuvar tarafından valiliğin gözetiminde alınır ve analiz sonuçları Bakanlığa gönderilir. Analizler ile ilgili masraflar, tesis işletmecisi tarafından karşılanır.

Son yıllarda gerek mevzuatın getirdiği zorunluluklar, gerekse de idari, mali ve teknik kapasitelerindeki artışa bağlı olarak pek çok belediye Çevre ve Şehircilik Bakanlığının da teknik ve mali desteğiyle evsel katı atık düzenli depolama tesislerinin kurulması konusunda oldukça önemli gelişmeler kaydetmişlerdir.

Bu çerçevede, Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca 31.03.2006 tarihinde 2006/7 sayılı Genelge yayımlanmış ve evsel katı atıklar ile tıbbi atıkların bertarafının bir bütünlük içinde ele alınması, evsel katı atık depolama sahaları ile ilgili olarak yapılacak çalışmalarda tıbbi atıkların bertarafının da bir bileşen olarak değerlendirmeye alınması, diğer bertaraf alternatifleri ile karşılaştırıldığında Ülkemiz şartlarına en uygun ara işlem yöntemi olarak sterilizasyona öncelik verilmesi, sterilizasyon yöntemi ile zararsız hale getirilen ve evsel atık karakteri kazandırılan tıbbi atıkların evsel katı atık düzenli depolama sahalarında depolanarak bertarafının sağlanması hususlarında belediyeler talimatlandırılmıştır.

Halen yatırım çalışmaları devam eden evsel katı atık bertaraf projelerinde Bakanlığımızın girişimleri ile tıbbi atıkların güvenli bertarafı konusu da bir bileşen olarak ele alınmaya başlanmıştır. Bazı belediyelerin projelerinde tıbbi atıkların düzenli depolanarak bertarafı öngörülürken, pek çok projede tıbbi atıkların sterilize edilmesi planlanmaktadır. Bu tesislerin bir kısmının inşaat çalışmaları devam ederken, bazı sterilizasyon tesislerinin de alım ihaleleri yapılmıştır. Bu tesislerin

hizmete girmesiyle tıbbi atıklar çevre ve insan sağlığına zarar verilmeden güvenli bertarafında önemli aşamalar kaydedilecektir.

Sterilizasyon Avantajları

- Kullanım Kolaylığı
- Operatörlerin hızlı eğitimi
- Tam otomatik prosesler
- Düşük maliyetli sistemler
- Güvenli
- Tüm ekipmanlar güvenli
- Atık parçalama ve sterilizasyon işlemleri kapalı sistem
- İşlemler arasında atık ile temas yok
- Ekonomik İnşası ve montajı kolay
- Bertaraf maliyetleri düşük
- İşletme maliyetleri düşük
- Yatırımın geri dönüşümü (amortisman) kısa
- Çevre ile dost
- Tehlikeli emisyonlar yok
- Proseslerde kimyasal madde kullanılmıyor
- Radyasyon yok
- Temiz ve çevreyle dost teknoloji

Enfeksiyöz atıklar ile kesici delici atıklar, sterilizasyon işlemine tabi tutularak zararsız hale getirilebilirler. Zararsız hale getirilen atıklar, evsel atık depolama alanlarında depolanarak bertaraf edilebilirler

- Sterilizasyon tesislerinde geçici depolama yeri bulunur,
- Sterilizasyon tesislerinde atık parçalama (shredding) mekanizmasının bulunması zorunludur,
- Sterilizasyon tesislerinin mekanik güvenlik ve sterilizasyon performansı açısından uluslararası standartlara (ISO, CE) uygunluğu belgelendirilir,
- Sterilizasyon işlemine tabi tutulacak atıklar içinde patolojik atıklar ile başta uçucu ve yarı uçucu organik maddeler ve civa olmak üzere kimyasal

maddeler, genotoksik/sitotoksik ajanlar, radyolojik atıklar ve basınçlı kaplar bulunmaz,

- Atık su ve hava arıtılarak/sterilize edilerek alıcı ortama verilir,
- Sterilizasyon tesislerinde bütün işlemler kayıt edilir (basınç, sıcaklık, süre),
- Sterilizasyon işlemine tabi tutulan enfekte atıkların zararsız hale getirilip getirilmediği biyolojik ve kimyasal indikatörler kullanılarak test edilir,
- Biyolojik indikatörler olarak *Bacillus stearothermophilus* veya *Bacillus subtilis* var. niger standart kökenleri kullanılır,
- Sterilizasyon işleminin geçerli kabul edilmesi için *B.stearothermophilus* veya *B.subtilis* bakteri sporlarında minimum 4 log₁₀ 6 log₁₀ azalma sağlanması zorunludur,
- Sterilizasyonun geçerliliği haftalık ve aylık testlerle kontrol edilir,
- Sterilizasyon tesisleri için ön lisans/lisans alınması zorunludur.

3.6. Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Tıbbi hizmetlerde ortaya çıkan tehlikeli pek çok atığın işleme sisteminin son seçimi, pek çoğu yerel durumlara bağlı olan çeşitli faktörlere göre çok dikkatli olarak yapılmalıdır.

Dezenfektasyon verimliliği, sağlık ve çevresel hususlar, hacimsel ve kütesel azaltma, işçi sağlığı ve iş güvenliği hususları, sistemin işleme ve bertaraf etme kapasitesi için atık miktarları; atık tipleri; altyapı sistemi gereksinimleri, yerel olarak mevcut işleme seçenekleri ve teknolojiler; nihai bertaraf için seçenekler, metodun çalışması için eğitim gereksinimleri, işletme ve bakım ile ilgili hususlar; atıkların işleneceği saha ve bertaraf tesisinin bulunduğu yerin konumu ve çevresi; yatırım ve işletme maliyetleri; toplumun kabulü; düzenleyici (yasal ve yönetmeliklerden kaynaklanan) hususlar göz önüne alınmalıdır.

Tıbbi atık bertaraf yöntemi seçiminde dikkat edilecek hususlar iyice incelenerek uygun yöntem daha sağlıklı şekilde seçilmelidir. Bu seçime yardımcı

olması için işleme ve bertaraf şekillerinin avantaj ve dezavantajları aşağıdaki Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Yöntemlerin Karşılaştırılması

İşleme ve Bertaraf Etme Metodu	Avantajlar	Dezavantajlar
Düzenli Depolama	• Düşük Maliyet • Sahaya ulaşım ve doğal sızıntı sınırlandırılmış ise güvenli	• İyi işletilmediği takdirde bulaşıcı hastalıkların yayılması kaçınılmazdır.
Yakma	• Kağıt gibi atıklar, patolojik atıklar ve kesiciler için uygundur. • Çok değişik tıbbi atığı işleyebilir. • Devamlı beslemeli ve yüksek sirkülasyonlu üniteler büyük miktarları işleyebilir. • İşlenmiş atık tanınmaz kül haldedir. • Yakma sonucunda bazı ünitelerden enerji elde edilebilir. • Atığın hacminde ve kütleğinde büyük azalma sağlanır	• Sulu atıklar, klorlanmış atıklar, büyük miktarda metal içeren atıklar için uygun değildir. • Yüksek yatırım ve işletme masrafları • Toksik metaller külde konsantre olabildiğinden kaygı vericidir. • Yanma sonrası açığa çıkan hidrojen klorür, dioksin-furon gibi gazlar hava kirliliğine sebep olur. • Tesisin uygun çalışması, ancak yetkili uzman personelin yönetimi ile mümkündür.
Kimyasal Dezenfeksiyon	• Özellikle yüzeysel kontaminasyon atıkları veya kolayca penetre olabilen atıklar için uygundur. • Dezenfeksiyon küçük parçalar için kolay bir yöntemdir. • Atık üretim noktasına yakın küçük üniteler hızlı işlev görür ve el değiştirme işi en aza iner. • Büyük parçalayıcı üniteler kurumsal atıkları işleyebilir. • Parçalayıcı ve öğütücüler atıkları tanınmaz hale getirir. • Yüksek derecede etkili dezenfeksiyon sağlar • Bazı kimyasal dezenfektanlar nispeten ucuzdur. • Atık hacminde önemli azalma sağlar.	• Dezenfektanların penetrasyonuna imkan vermediğinden patolojik atıklar için uygun değildir. • Büyük parçalayıcı üniteler için kalite güvenlik metotları diğer metotlar kadar iyi gelişmemiştir. • Uygulama için yüksek derecede kalifiye teknisyenler gerekir. • Geniş güvenlik önlemlerinin alınmasını gerektiren zararlı maddelerin kullanılmasını gerektirir. • Farmasötik, kimyasal ve bazı enfeksiyöz atıklar için uygun değildir.

İşleme ve Bertaraf Etme Metodu	Avantajlar	Dezavantajlar
Mikrodalga Işınlama	• Belirli oranda su içeren ve nemli atıklar için uygundur. • Uygun uygulama şartlarında iyi dezenfeksiyon etkinliği • Atık hacminde önemli azalma sağlar.	• Kuru, çok ıslak atıklar ve yüksek metal içeren atıklar için uygun değildir. • Nispeten yeni; kalite kontrol metotları diğer metotlar kadar iyi gelişmemiştir. • Yatırım ve işletme giderleri nispeten yüksek • Uygulama ve idamesi problemlidir.
Sterilizasyon	• Gözenekli, buharın kolayca penetre olabildiği atıklar için uygundur. • Atığın hacminde büyük azalma sağlar. • Sterilizasyon için kalite kontrol metotları nettir. • Büyük sistemler ticari miktarları işleyebilir. • Yatırım ve işletme giderleri nispeten düşüktür.	• Buharı kolayca penetre olamadığı atıklar için uygun değildir.(Ör: Patolojik atıklar) • Atık kapları buharın penetrasyonunu engelleyebilir. • Kalite kontrolünü standardize etmek zordur. • Sistem için iyi eğitilmiş personel gereklidir. • Anatomik, farmasötik, kimyasal ve buharın penetre olamadığı atıklar için uygun değildir.

Kurulacak bir sistemin önceden araştırması yapılmalı, aktif olarak kurulmuş ve işletilen örneklerinin olup olmadığının bilinmesi gereklidir. Çünkü bu sistemin ticarileşme seviyesi o sistemin ne kadar tercih edildiğini ve uygulama sırasında ne gibi avantaj ve dezavantajlarının olduğunu gösterecektir. Tamamen ticarileşmiş teknolojilerin geniş bir bayi, servis ağı bulunur ve servis hizmet ya da yedek parça gerektiğinde çok hızlı cevap verebilir. Ayrıca teknolojiyi üretenin geçmişini, mali durumunu, yasal durumunu bilmek kullanım süresince karşılaşılabilecek sorunların daha çabuk giderilmesi için önemlidir.

4. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA TIBBİ ATIK YÖNETİMİ

Dünyada tıbbi atık yönetimi konusunda gelişmişlik düzeyine göre çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Gelişmiş ülkeler en iyi bertaraf şeklini bulmak için çeşitli yöntemler belirlemişler verim durumlarına bağlı olarak yeni yöntemlere yönelmişlerdir. Ülkemizde ise vahşi depolama yöntemlerinden kireçle gömme işlemi sonrasında yakma ve son olarak sterilizasyon yöntemine geçiş gözlenmiştir. Bu bölümde Türkiye ve Dünya örnekleri vurgulanacaktır.

4.1. Türkiye'deki Tıbbi Atık Bertaraf Yaklaşımı

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin 32. maddesinde tıbbi atık yönetim planından bahsedilmektedir. Buna göre büyükşehirlerde, **büyükşehir** belediyeleri, **büyükşehir** belediyesi olmayan yerlerde ise belediyeler; tıbbi atık oluşumuna neden olan sağlık kuruluşları ile bunların tıbbi atık miktarları ve geçici depolama sistemleri, tıbbi atıkların toplanması ve taşınmasında kullanılacak ekipman ve araçlar, toplama rotaları, araç temizleme ve dezenfeksiyon, kaza anında alınacak önlemler ve yapılacak işlemler, sorumlular, eğitim ve tıbbi atıkların **bertarafında** uyguladıkları sistemler başta olmak üzere detaylı bilgileri içeren Tıbbi Atık Yönetim Planı'nı hazırlamak ve uygulamak zorundadır. Büyükşehirlerde bu plan ilçe ve ilk kademe belediyelerinin görüşleri alınmak suretiyle **büyükşehir** belediyesi tarafından hazırlanır ve uygulanır. Belediyeler, her bir sağlık kuruluşundan toplanan ve bertaraf edilen tıbbi atık miktarını kayıt altına alırlar ve yılsonu itibari ile ilgili valiliğe bildirirler.

Türkiye'de halen tıbbi atıklar vahşi depolama sahalarına gömülerek bertaraf edilmektedir. Vahşi depolama sahalarında tıbbi atıkların dağınık ve kontrolsüz olmaları nedeni ile buralarda akut kirlenme problemleri, yangınlar, hastalıkların yayılması ile ilgili riskler vardır. Buraları ayrıca leş yiyen hayvanlara ve çöplerle yaşantısını sürdüren insanlara da açıktır. Tıbbi atıklar açık çöplüklerde veya çevrelerinde bertaraf edilmemelidir. İnsan ve hayvanların bulaşıcı patojenlerle temas riski açık olarak ortadadır. Buralarda yaralardan, solunum veya sindirim yollarından,

doğrudan veya gıda zinciri ile veya pek çok patojenik türlerle indirekt olarak temaslardan dolayı hastalıkların ortaya çıkma riski kaçınılmazdır (Fotoğraf 4. 1).



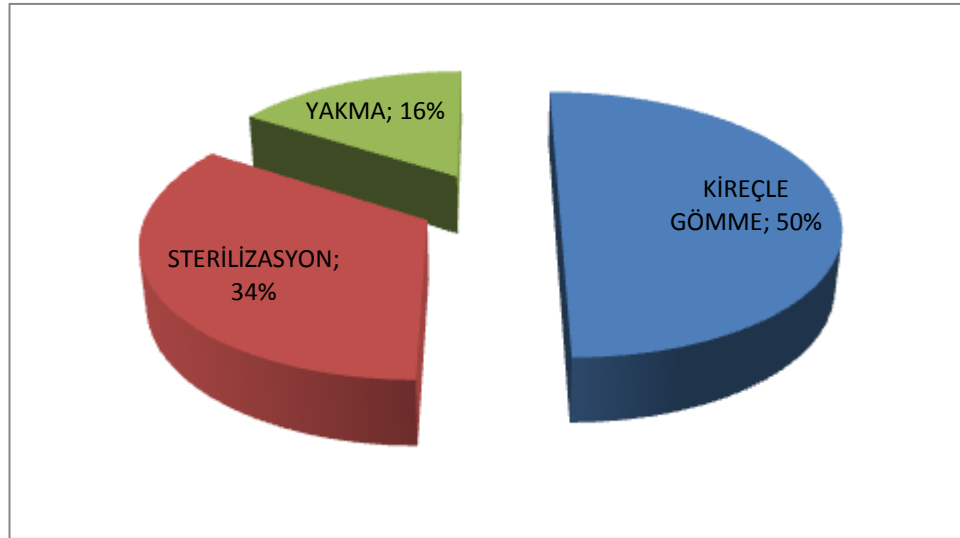
Fotoğraf 4. 1. Vahşi Depolama Sahaları

Belediye veya tıbbi otoritelerin, tıbbi atıkları depolamadan önce işleyebilmeleri için gerekli alt yapıları yok ise, bu durumlarda tıbbi atıkların depolama sahalarında gömülerek bertaraf edilmeleri kabul edilebilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Tıbbi atıkların hastanelerde veya başka bir yerde toplanmasına müsaade etmek bunların bulaşıcı hastalıkları taşıması açısından belediye depolama sahalarında, (bu sahalar yüksek gelirli ülkelerdeki standartlarda yapılmış olmasalar da) depolanarak bertaraf edilmelerinden çok daha yüksek bir risk taşır. Tehlikeli tıbbi atıkların depolanarak bertaraf edilmelerine karşı temel itirazlar, (özellikle işleme tabi tutulmamış tıbbi atıklar için) kültürel veya dini nedenlerden dolayı olabildiği gibi bunların havaya ve suya patojen yaymasından dolayı da olabilir. Bu itirazlar ayrıca çöplüklerde çalışan hurdacılar veya buralarda başıboş olarak dolaşan hayvanların patojenleri yayma tehlikesinden dolayı da yapılabilmektedir.

Tıbbi atıkların Türkiye de bertarafı 2010 durum raporuna göre % 16 yakma, % 34 sterilizasyon, % 50 kireçle gömme yöntemi ile yapılmaktadır (Şekil 4. 1). Tıbbi atıkların güvenli yönetiminin sağlanabilmesi maksadı ile 2006 yılında tıbbi atıkların bertarafında sterilizasyon sistemlerinin alternatif bir teknoloji olarak değerlendirilmesini sağlamak gayesi ile bir genelge yayımlanmıştır. Bu genelge ile diğer bertaraf yöntemlerine göre kullanımda kolaylık, daha düşük yatırım ve işletme maliyeti, etkinlik, güvenlik ve

çevreye duyarlılık gibi avantajları bulunan sterilizasyon sistemlerinin ülkemizde de kullanılabilmesi maksadı ile tıbbi atıkların sterilizasyon yoluyla zararsız hale getirilmesi ve işleme tabi tutulan bu atıkların evsel atık düzenli depolama sahalarında depolanarak bertarafının önü açılmıştır [Tıbbi atık durum raporu, 2010].

2008 yılından bu yana ülkemizde kurulan 17 sterilizasyon tesisi, tıbbi atıkların zararsız hale getirilmesinde başarıyla hayata geçirilmiştir. Sterilizasyon tesisi bulunan iller ise Edirne, Trabzon, Kayseri, Aydın, Konya, Samsun, Bursa, Zonguldak, Kocaeli, Afyonkarahisar, Sakarya, Çorum, Erzurum, Gaziantep, Eskişehir, Isparta'dır. Mevcut tesisler tarafından ise bazı illerin tıbbi atıkları toplanmakta ve tesislerde sterilize edilerek zararsız hale getirilmektedir. Tüm bu illerin tıbbi atıklarının da toplanması neticesinde Ülkemizde oluşan tıbbi atıkların yaklaşık 33.648 tonu sterilize edilerek zararsız hale getirilmektedir. Önceki yıllarda Kocaeli ve İstanbul'da tıbbi atıklar yakılarak bertaraf edilmekte iken 2010 yılında tıbbi atıklar yalnız İstanbul ilinde yakılarak bertaraf edilmiştir [Tıbbi atık durum raporu, 2010].



Şekil 4. 1. Tıbbi Atık Bertaraf Durumu
[Tıbbi atık durum raporu 2010]

2010 yılında Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile tıbbi atıkların önışleme tabii tutulmadan depolanması yasaklanmıştır. Bu nedenle grafikte düzenli depolama yapılan tıbbi atıklar da kireçle gömme başlığı altında değerlendirilmektedir [Tıbbi atık durum raporu, 2010].

Mevzuat kapsamında ülke çapında bir araştırma yapılmış olup tıbbi atık bertarafı konusunda mevcut tesisler ve tesislerden yararlanacak iller belirlenmiştir. Harita üzerinde bu tesisler gösterilmiştir (Şekil 4. 2).



Şekil 4. 2. Mevcut Tesisler ve Tıbbi Atıkların Sterilize Edilerek Zararsız Hale Getirildiği İller [Tıbbi atık durum raporu 2010].

Tıbbi atık tesisi olan iller yönetmeliğe uygun şekilde bertarafı sağlayacaktır. Böyle bir tesisi olmayan iller için en yakın tesise lisanslı taşıma araçlarıyla ulaştırılması talimatı verilmiştir. Böylece tesis ihtiyacı olan bölgeler için kurulum işlemi öncesinde doğabilecek sıkıntının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Genelge kapsamında tıbbi atık alacak ve gönderecek iller aşağıdaki haritada gösterilmektedir (Şekil 4. 3).



Şekil 4. 3. Genelge Kapsamında Tıbbi Atık Alacak ve Gönderecek Olan İller [Tıbbi atık durum raporu 2010].

Tıbbi atıkların lisanslı araçlarla toplanması ve taşınması gerekmektedir. Bu lisanslar İl Müdürlükleri tarafından verilmektedir. Ülke genelinde tıbbi atıkların taşınması 56 ilde toplam 233 lisanslı tıbbi atık taşıma aracı ile yapılmaktadır. Ancak tıbbi atıkların lisanslı tesisler tarafından toplandığı bazı illerde lisanslı araç bulunmasa dahi toplama işlemi bu tesislere ait lisanslı araçlar tarafından yapılmaktadır (Şekil 4. 4).



**Şekil 4. 5. Lisanslı Tıbbi Atık Taşıma Aracı Bulunan İller
[Tıbbi atık durum raporu 2010].**

- Lisanslı tıbbi atık taşıma aracı bulunan iller
- Tıbbi atıkların lisanslı sterilizasyon tesisleri tarafından toplandığı iller
- Lisanslı tıbbi atık taşıma aracı olmayan iller

Konu hakkında yapılan araştırma sonrasında tıbbi atık 2010 durum raporuna göre mevcut durum açıkça gözlenmektedir. Bu duruma ek olarak belli bölge merkezlerine sterilizasyon ünitesi yapılması gündemdedir. Lisanslı taşımacılık olsa bile tesise olan uzaklıktan meydana gelen ekstra maliyet hesaba katıldığında yeni tesis yapılması daha uygun bir çözüm olacaktır.

Sağlık kuruluşları atık istatistikleri araştırması, 2008 yılından itibaren, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin ek-1'inde yer alan büyük miktarda atık üreten sağlık kuruluşlarında (üniversite hastaneleri ve klinikleri, genel maksatlı hastaneler ve klinikleri, doğum hastaneleri ve klinikleri ile askeri hastaneler ve kliniklerinin tamamında) uygulanmaktadır. Araştırmanın amacı sağlık kuruluşlarında oluşan, enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklardan oluşan tıbbi atık miktarının tespit edilmesidir.

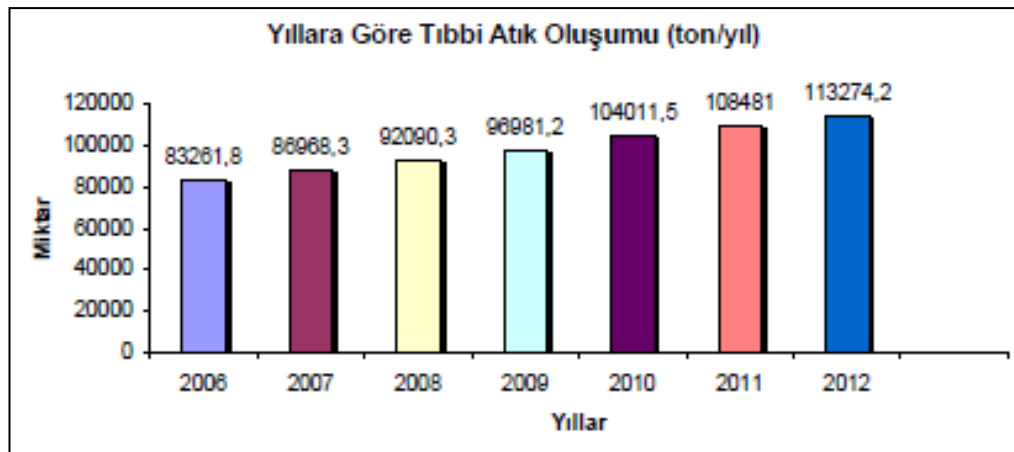
2009 yılında araştırma kapsamındaki sağlık kuruluşlarında diğer atıklardan ayrı toplanan tıbbi atık miktarı 57,078 ton' dur (Çizelge 4. 1). Tıbbi atığın %22'si İstanbul'da, %14'ü Ankara'da, %8'i ise İzmir'de toplanmıştır. Ayrı toplanan tıbbi atığın %95'i belediye ya da belediye adına hizmet yapan firma tarafından, %4'ü ise hastanenin anlaşma yaptığı firma tarafından toplanmaktadır.

Çizelge 4. 1. Türkiye Tıbbi Atık Miktarı [TÜİK 2009].

Sağlık Kuruluşu Sayısı	1371
Tıbbi Atığını Ayrı Toplayan Sağlık Kuruluşu	1365
Toplanan Tıbbi Atık Miktarı (Ton/Yıl)	57078
Poliklinik Başına Tıbbi Atık Miktarı (Kg/Kişi)	0,19
Servise Yatan Hasta Başına Tıbbi Atık Miktarı (Kg/Kişi)	5,42

Ülkemizde gelişen sağlık hizmetleri faaliyetleri ve Sağlık Bakanlığı tarafından yapılması planlanan sağlık yatırımlarına paralel olarak 2012 yılından 113.274 tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından önümüzdeki yıllarda ülkemizde oluşması tahmin edilen tıbbi atık miktarının belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Tahmin edilen tıbbi atık miktarları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4. 2. 2006-2013 Yılları Arası Tıbbi Atık Projeksiyonu
[Atık Yönetimi Eylem Planı, 2008-2012]**



Bu sayısal veriler ışığında tıbbi atık bertarafı konusunda gösterilmesi hassasiyet daha iyi anlaşılmaktadır. Atık miktarı, nüfus ve sağlık kuruluşlarında artış gözlemlendiğinde yapılması gereken uygun tesisler daha da önem kazanmaktadır.

4.2. Dünyada Tıbbi Atık Bertaraf Yaklaşımı

Türkiye’de uygulanan ve yapılması düşünülen yöntemlere karşın Dünyada da bu konuda yöntemler değişiklik göstermektedir. Uygulanan yöntemlerin bazısından vazgeçilmekte ve yeni yöntemler denenmektedir. Gelişmemiş ülkelerde ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde vazgeçilen yöntemler kullanılmaktadır.

ABD’de eyaletlere göre bertaraf sistemi değişmektedir. Örneğin Illinois, Pennsylvania, Rhode Island mevzuatlarında tıbbi atıkların yakılması gerektiği ya da sterilize edildikten sonra düzenli depolanması gerektiği bahis olunur. Wisconsin ve Ohio mevzuatında tıbbi atıklardan enfekte olanların enfeksiyonsuz hale getirilmesi için yakma, otoklavlama ya da kimyasal sterilizasyon gibi bertaraf etme yöntemleri önerilir [Tutar, 2004].

Rhode Island mevzuatında tıbbi atıkların kategorilerine göre bertaraf edilmesi istenir. Örneğin, mikrobiyoloji laboratuvarından gelen tıbbi atıklar otoklavlanırken, patolojik atıkların yakılması gerektiğini belirtir. Ayrıca bu mevzuatta kesicilerin enfeksiyonsuz hale getirilmesi yeterli bulunurken Pennsylvania mevzuatında kesicilerin kullanılamaz hale getirilmesi istenir [Tutar, 2004].

ABD’de buhar sterilizasyonu, daha çok laboratuvar kültürleri için, yakma fırını ise daha çok patolojik atıklar için kullanılan metottur. Amerika’da çevre sağlığı konularında otorite olan EPA, tüm enfekte atıkların bertaraf edilmesinden önce işlem görmesini önerir. Etkin bir şekilde işlem görmüş enfekte atıklar, artık biyolojik zararlı olmaktan çıkar ve normal atıklarla karıştırılarak bertaraf edilebilir. Birçok eyalette yakma külleri, katı atık depolama yerlerine gömülürken Illinois’de özel atık muamelesi görür ve diğer atıklarla gömülmez [Emmanuel, 2007].

New York, Illinois, Indiana’da sıvı veya yarı katı tıbbi atıklar belli şartlar altında belediye kanalizasyonuna deşarj edilirken, Pennsylvania’da kan, üre, feçes ve diğer insan sıvıları eğer kanalizasyonun ikincil arıtması varsa, kanalizasyona deşarjı kabul edilir [Emmanuel, 2007].

New York Yönetmeliğine göre enfekte atıkların imhası yakma fırınlarında olmalıdır. Kolayca taşınabilen anatomik atıklar fırınlarda yakılmalı veya

gömülmelidir. Massachusetts eyaletindeki yönetmelikte ise anatomik atıklar ya fırınlarda yakılmalı ya da gömülmelidir [Emmanuel, 2007].

Amerika’da toplumdaki zorlayıcı etki, tıbbi atık yönetiminde son derece yeni teknolojilerin uygulanmasını gündeme getirerek, yakma gibi bir taraftan enfekte atıkları arıtıcı, ancak bir taraftan çevre kirleticisi durumundaki yöntemlerin uygulanmasını azaltmıştır. Örneğin California’da tıbbi atık yakma tesisleriyle ilgili yapılan yeni düzenleme ile eyaletteki yakma tesislerinin %90’ının kapatılması zorunlu hale gelmiştir (Çizelge 4.3). Yeni uygulamalar arasında otoklavlandıktan sonra tıbbi atıkların gömülmesi ağırlık kazanmıştır. Bu gün için artık Amerika’da nihai bertaraf etme yöntemi olarak “yakma”dan kaçınıldığını rahatlıkla söylenebilmektedir [Emmanuel, 2007].

Çizelge 4. 4. Amerika Birleşik Devletlerindeki Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemi Değişim Tablosu (OECD, Waste Management Policy Group)

Kullanılan sistem türü	1980’e kadar	1980-1990	1990-2000	2000-2008
Yakma	%95	%50	%20	%5
Otoklav	%5	%40	%75	%95
Diğer	%0	%10	%5	%0

Tıbbi atık insineratör sayısı 1988 de 6200 iken bugünlerde 100’ün altına inmiştir. Kanada da yine son zamanlarda yakma dışında teknolojilere başlamıştır [Emmanuel, 2007].

Amerika’da her gün 375 000 kaynaktan 6 000 ton hastane atığı çıkmaktadır (2 190 000 ton/yıl). Bunun yaklaşık %15’i enfekte atık olarak tanımlanabilir. Bu atıklar genellikle buharla sterile edilir (otoklavlama) veya yakılır. Karşılaştırma açısından her yıl ABD’nde çıkan belediye katı atık miktarı 158 milyon tondur. Tıbbi atıkların %77’si hastanelerden, geri kalanı ise laboratuvar, poliklinik ve veteriner kliniklerinden kaynaklanmaktadır [Tutar, 2004].

Ayrıca uygulamalara bakıldığında Amerika’da tıbbi atıklar çok iyi sınıflandırılarak kaynağında ayrılmakta ve atık minimizasyonu yapılmaktadır. Enfekte atıklar, kesiciler mikrodalga ya da otoklavdan geçirilerek sterilize edildikten

sonra düzenli depolanmakta, patolojik atıklar ve bazı kimyasallar ise yüksek ısıyla yakma fırınlarında yakılmaktadır. Bu yakma fırınları da ilgili yönetmelikler gereği pahalı gaz yakayıcılarla donatılmaktadır. Bu nedenlerle ABD’de yakmaya gönderilen atık miktarını mümkün olduğunca azaltıcı tedbirler alınmakta ve ortak yakma tesisleri tercih edilmektedir [Tutar, 2004].

Almanya’da ıslak termal işlemler, mikrodalga; Fransa’da insineratörler, termal arıtma; Yunanistan’da insinearasyon; İrlanda’da insinerasyon ve sodyum hipoklorit ile kimyasal dezenfeksiyon; Hollanda’da insinerasyon ve pirolitik insinerasyon; UK’de insinerasyon, mikrodalga ve otoklavlama teknikleri; USA’da otoklav, kimyasal işlem, ısı buhar termal işlem, elektro termal işlem, mikrodalga ve yeni teknikler; Australya’da insinerasyon, otoklav, kimyasal işlem, mikrodalga, deponi; Filipinler mikrodalga sistemi, Japonya insinerasyon, piroliz, otoklav, kuru ısı; Tayvan, Malezya ve Singapur’da insinerasyon kullanılmaktadır [Torgam Developments Ltd, 2000].

Bu gün Avrupa’da yakma sonucu furan ve dioksin gibi zararlı emisyonların oluşması, bunların arıtılması için de pahalı cihazlara gereksinim duyulması nedeniyle birçok yakma fırını kapanmıştır. Örneğin Almanya’da 1984’de 554 tane tıbbi atık yakma fırını kullanılmaktayken, 1987’de bu sayı 218’e düşmüş, 1996’da ise sadece 10 adet yakma fırını faaliyette kalmıştır. Ayrıca AB’de enfekte atıkların işlem görmeksizin toprağa gömülmesine kesinlikle izin verilmemektedir [Tutar, 2004].

İrlanda ve Portekiz de aniden insineratörlerini kapatmışlardır. Almanya’da büyük ölçekli insineratörler olmasına rağmen 2002’de hastanelerinkini kapattırmıştır. Ancak tam tersi Afrika ve Asya ülkelerinde insineratörler kullanılmaya başlanmıştır [Emmnuel, 2007].

Asyada bazı klinik, dispanser ve hastaneler atıklarını açıkta yakma şeklinde bertaraf etmekte iken çoğu ülkede Malezya, Vietnam Tayland gibi insinerasyon kullanılmaktadır. Örneğin Delhide en büyük kirletici kaynağı hastane atıkları insineratörüdür. Hindistan’da bireysel insineratör kurulmasının yerine ortak biomedikal atık işleme tesisleri kurulması zorlanmaktadır. Hindistan’da bazı özel hastanelerde otoklav, mikrodalga gibi yöntemler kullanılmaktadır [Visvanathan, 2006].

İran gibi gelişmiş olan ve geçiş halindeki ülkeler için halen tıbbi atıklar evsel atıklar ile beraber toplanıp bertaraf edilmektedir. İran'da bir çok şehirde tıbbi ve evsel atıklar birlikte çöp döküm sahalarında bertaraf edilmekte, dizaynı iyi olmayan deponilerde veya yerinde işletme ve bakım problemleri olan insineratörlerde yakılmaktadır [Taghipour et al, 2009].

Çin'de yasal düzenlemeye göre hastanelerin kendi tıbbi atıklarını bertaraf hakkı yoktur. 3 özel şirket bu işi yapmaktadır [Yong et al, 2009].

İnsineratörler Çin'de tıbbi atık bertarafında Severe Acute Respiratory syndrome SARS 2003'den itibaren kullanılmaya başlanmıştır. İnsinerasyon son zamanlarda tıbbi atık bertarafında ana metottur [Zhoa et al, 2008].

Kore'de ve Taylanda da en yaygın tıbbi atık işleme yöntemi insinerasyondur. Taylanda son yıllarda insineratörlerin çoğu yerel olarak yapılsa da çoğu yüksek maliyetlerde endüstrileşmiş ülkelere satın alınmaktadır [Jang et al, 2006].

Brezilya yasalarına göre yerel yönetimler evsel katı atıkların toplanması ve bertarafından sorumludur ve bertaraf belediye çöplüklerine olmaktadır. Tıbbi atıklar ile ilgili resmi veri bulunmamaktadır ve bazı durumlarda tıbbi atıklar ile evsel atıklar karışmış durumdadır. Son zamanlarda 2 özel şirket sağlık kuruluşlarının atıklarının toplanması ve bertarafından sorumludur. Atıklar insinerasyon sistemi ile yakılmakta, veya küçük hücrelerde ön işlem olmaksızın gömülmektedir [Da Silva, 2005].

Tehlikeli atıklar ayda bir özel şirket tarafından toplanıp 300 km ötedeki lisanslı tehlikeli atık deponi sahasına götürülmektedir. Santa Maria da ise lisanslı özel bir şirketin tıbbi atık dezenfekte ünitesi (otoklav) vardır ve nihai bertaraf 200 km ötede düzenli depolama olarak yapılmaktadır [Da Silva, 2005].

Libyada da atıkların bertaraf alanına taşınmasından belediyeler sorumludur ancak atıklar evsel atıklarla beraber toplanıp taşınmaktadır. Bütün hastane atıkları şehir dışında açık çukura gömülmektedir veya yakılmaktadır [Sawalem et al, 2009].

Katı tıbbi atıklar Batı Şeria'da birçok sağlık kuruluşunda işlem görmektedir. İşlem görmeyen çoğu atık güvenilir olmayan yöntemlerle taşınmakta, depolanmakta ve bertaraf edilmektedir. Bilinçsizlik ve finansal kaynak eksikliği nedeniyle sağlık merkezlerinin sadece % 20,3 ü atıklarına işlem uygulamaktadır. Batı Şeria da %7,2

oranında mekanik metotlar (kıрма, ezme, kesme vb.) kullanmaktadır [Al-Khatip et al, 2009].

Batı Şeria’da tıbbi atıklarda kullanılan işlem yaygın olarak açıkta yakmadır. Yöneticilerin hava kirleticilerine ilişkin bilgi eksiklikleri vardır. Dikkat çeken diğer bir durum da Batı Şeria’da tehlikeli atık insinerasyon lisansına ship kuruluş da yoktur [Al-Khatip et al, 2009].

Sağlık kuruluşlarının %17,3’ü de termal dezenfeksiyon metodunu kullanmaktadır. Islak termal dezenfeksiyon metodunun çevreye etkisi çok az olmasına rağmen kullanım kısıtlıdır. Çünkü yüksek ilk yatırım, işletme ve bakım masrafı vardır. Finansal kaynak sorunun çözümü için Nablus şehrindeki sağlık kuruluşları daha verimli bertaraf ve işlem metotlarını bulmaya çalışmaktadır [Al-Khatip et al, 2009].

Bu gözlemler ışığında gelişmiş ülkelerin yakma işleminden zaman içerisinde baca gazı emisyon maliyetleri ve çevre kirliliği yükünün ağır olması nedeniyle vazgeçtikleri hatta yasakladıkları gözlenmiştir. Yeni yöntem ise sterilizasyon yöntemi olarak belirlenmiş gözükmektedir. Ülkemizde de bu konuda da ilgili bakanlıklar arasında bir görüş ayrılığı bulunmaktadır. Sağlık Bakanlığı en etkili yöntemin yakma prosesi olduğu görüşünde olmasına rağmen Çevre Bakanlığı yaygınlaşan sterilizasyon tesisleriyle görüşünü belirtmiş bulunmaktadır.

Oluşan tıbbi atığın sağlık kuruluşlarında etkili hizmet içi planlaması yöntemiyle kaynağında ayrıştırılması sağlanmalıdır. Atık miktarı azaltılmasından sonra maliyetler hesaplanmalı ve şuan için her ilde olmasa bile bölgeye ihtiyacını karşılayacak tesisin kurulması gerekmektedir. Bu konuda kurumlar desteklenmeli ve denetlenmelidir.

5. GİRESUN İLİ ÇALIŞMASI

Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümünde yer alan Giresun ili $37^{\circ} 50''$ ve $39^{\circ} 12''$ doğu boylamları ile $40^{\circ} 07''$ ve $41^{\circ} 08''$ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. İl doğusunda Trabzon ve Gümüşhane batısında Ordu güneyinde Sivas ve Erzincan güneybatısında yine Sivas illeriyle komşu olup kuzeyi Karadeniz ile kuşatılmıştır.

Bu bölümle çalışma yapılan ilin özelliklerinden bahsedilmektedir.

5.1. Giresun İli Coğrafi Özellikleri

Giresun ili 6.934 km^2 lik yüzölçümü ile ülke topraklarının binde 8,5'ini kaplamaktadır. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre 2011 yılı sonu itibari ile il nüfusu 419.498 olup km^2 'ye 60 kişi düşmektedir. Nüfus yoğunluğu kıyı şeridinde il ortalamasının üzerinde iken bu oran kıyı şeridinden iç kesimlere doğru gidildikçe belirgin bir şekilde il ortalamasının altına düşmektedir [www.tuik.gov.tr].

İl Merkezi, Aksu ve Batlama vadileri arasında denize doğru uzanan bir yarımada üzerinde kurulmuş olup bu yarımada'nın doğusunda ve 2 km. açığında Doğu Karadeniz'in tek adası olan Giresun Adası bulunmaktadır.

Giresun ili yüzey şekilleri bakımından arızalı(engebeli) bir görünüşe sahiptir ve yüzey şekillerinin çatısını Karadeniz kıyısı boyunca uzanan oldukça dar ve alçak düzlüklerden oluşan bir kıyı şeridi ile güneyde Kelkit Çayı Vadisi arasını kaplayan Giresun Dağları meydana getirir. Doğu Karadeniz dağlarının batıya doğru uzanan kollarından biri olan Giresun Dağlarının doruk çizgisi Kelkit vadisine Karadeniz kıyısından daha yakındır ve dik yamaçlarla iner vadilerle yarılmış Karadeniz tarafından ise eğim daha azdır. Kıyı genellikle tepelik bir görünüşe sahiptir. Kıyıya paralel bir duvar gibi duran dağların ortalama yüksekliği 2000 m olmakla birlikte bazı yerlerde 3000 metreyi aşar. Balaban, Gavur Dağı Tepesi, Cankurtaran, Karagöl, Kırkkızlar bunlardan bazılarıdır.

Dağlardan kıyılara geçit veren önemli noktalar Eğribel Geçidi, Şehitler Geçidi, Fındıkbel Geçidi gibi önemli birkaç geçitten oluşmaktadır.

Şebinkarahisar Alucra ve Güce ilçelerini içine alan ve daha az arızalı olan kesimde ortalama yükseklik 1000-1500 metre civarında olup arazi Kelkit Vadisine doğru eğimlidir.

İl genelinde az yer kaplayan ovaların büyük bölümü kıyı kesiminde toplanmıştır. Bu ovalar su sorunu olmayan verimli tarım alanlarıdır. Kıyı kesimlerden başka iç kesimlerde Kelkit Vadisi'nde Avutmuş Deresi'nin Kelkit Çayı ile birleştiği bölümde küçük bazı düzlüklere rastlanır.

Giresun Dağlarının 2000 metreyi aşan bazı kesimlerinde hayvancılık açısından önem taşıyan birçok yayla yer alır. Giresun dağları üzerindeki bu yaylaların başlıcaları Kümbet, Kulakkaya, Bektaş, Tamdere, Karagöl, Eğribel ve Kazıkbeli yaylalarıdır.

Giresun ilinin kuzey bölümünde Giresun Dağları ile Kuzey Anadolu Dağlarının bazı kesimlerinden doğan çok sayıda küçük akarsu vardır ve bu nedenle kıyı şeridi sık vadiler ağıyla parçalanmıştır. İl topraklarındaki akarsuların tümü dağların dik yamaçlarından büyük bir hızla aktığından oluk biçimli derin vadiler oluşmuştur. Başlıca akarsular şunlardır:

Giresun Dağlarının kıyıya paralel olarak uzanışı il toprakları üzerinde iki farklı iklim bölgesi oluşmasına neden olmuştur. Karadeniz kıyılarında ılık ve yağışlı iklim sürer. Uzun süreli gözlemlerin ortalamasına göre merkezde yıllık Sıcaklık ortalaması 14,2 derecedir. En soğuk ay (Şubat) ortalama sıcaklığı 6,9 derecedir. En sıcak ay ağustos ortalaması ise 22,3 derecedir. Şimdiye kadar Giresun'da kaydedilen en düşük sıcaklık -9,8 derece olarak en yüksek sıcaklık ise 4 Ekim 1952'de 37,3 derece olarak ölçülmüştür.

En çok yağış ekim ve kasım en az yağış ise mayıs ve haziran aylarında görülür. Yağışın en fazla düştüğü aylarda aylık ortalama yağış 140 mm'yi aşarken en az düştüğü aylarda 60 mm'nin altına inmez.

Yağışlı günlerin ortalama sayısı 184'tür. Ortalama deniz suyu sıcaklığı 16,9 derecedir. Deniz en yüksek sıcaklık değerine Temmuz ve Ağustos aylarında ulaşır.

Doğal Bitki örtüsü iklim özellikleri ve yükseltiye bağlı olarak değişir. İklim koşullarında olduğu gibi doğal bitki örtüsünün dağılışında da ilin iki kesimi arasında

farklar vardır. İlin kuzey kesiminde kıyı ovalarının ardındaki yamaçlar 800 m. Yükseltiye kadar fındık bahçeleriyle kaplıdır. Giderek daha yükseklerle doğru kızılâğaç kestane gürgen meşe ve kayınlara 1600 metreden sonra köknar ladin ve sarıçamlardan oluşan ormanlara rastlanır. Orman Örtüsü 2000 metrede sona erer. Daha yüksek alanlarda Alp tipi gür çayırlarla kaplı yaylalar yer alır. Giresun Dağlarının güneyindeki Çoruh-Kelkit Vadi oluşuna bakan kesiminde ise daha çok meşelerden oluşan kurakçıl ormanlar ve bozkır (step) bitkileri ön plana çıkar.

İl arazisinin %25'i tarım alanı, %34'ü orman ve fundalık alan, % 18'i çayır ve mera, %25'i tarım dışı araziden oluşmaktadır [www.diyadinnet.com].

5.2. Giresun İli Sağlık Yapısı

Giresun ilinde büyük miktarda tıbbi atık üreten 15 adet sağlık kuruluşu olup şunlardır; Prof. Dr. A. İlhan Özdemir Devlet Hastanesi, Dr. Ali Menekşe Göğüs Hastalıkları Hastanesi, Giresun Doğum ve Çocuk Bakımevi, Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Hastanesi, Alucra İlçe Hastanesi, Bulancak Devlet Hastanesi, Dereli İlçe Hastanesi, Espiye Devlet Hastanesi, Görele Opr. Dr. Ergun Özdemir Devlet Hastanesi, Şebinkarahisar Devlet Hastanesi, Tirebolu Devlet Hastanesi, Yağlıdere İlçe Hastanesi, Özel Kent Hastanesi, Özel Ada Hastanesi ve Kale Tıp Merkezi'dir [www.giresunsaglik.gov.tr].

İlde 132 adet faal eczane, 63 adet Aile Sağlığı Merkezi, 8 adet Toplum Sağlığı Merkezi, 1 adet özel psikiyatri merkezi mevcuttur. Sağlık Bakanlığı'nın genelgesi ile doktorların tek işyerinde çalışma zorunluluğu nedeni ile muayenehane sayısında ciddi bir düşüş yaşanmıştır.

Ayrıca ilde tıp fakültesi bulunmadığından dolayı hastalar Samsun ve Trabzon'da bulunan üniversite hastanelerine sevk edilmektedirler.

Giresun İlinde 2009 yılı sonlarına kadar tıbbi atıklar vahşi depolama sahasında kireçle gömme yöntemi ile bertaraf edilmiş. Bu işlemi belediye, 2005 yılında temizlik hizmetini özelleştirene kadar kendi imkanları ile daha sonra taşeronları ile yaptırmıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2010/17 sayılı "Tıbbi Atıkların Bertarafına Dair Genelge"si ile Giresun İlindeki tıbbi atıkların Trabzon ilinde bulunan sterilizasyon tesisine gönderileceği karara bağlanmıştır [www.csb.gov.tr]. Genelge yayınlanmadan birkaç ay önce Giresun Belediyesi ve sahil şeridinde bulunan ilçe belediyelerden birçoğu tıbbi atıklarını Trabzon iline nakil etmeye başlamıştır.

İl içerisindeki belediyeler tıbbi atık toplama, taşıma, sterilizasyon ve bertarafı yetkisini ilgili firmalara vermiştir. Belediyelerin firmalara yetki verme şekli aşağıdaki 3 yöntemle yapılmıştır.

- 2886 Sayılı Devlet İhale Kanunu ile (Giresun Belediyesi),
- Protokol ile (Espiye Belediyesi, Tirebolu Belediyesi, Görele Belediyesi, Eynesil Belediyesi, Doğankent Belediyesi),
- Çöp toplama hizmet alımı işinin içinde tıbbi atıkların toplanması (Bulancak Belediyesi)

İlk yetki verme şekli olan 2886 sayılı Devlet İhale Kanunu'na göre yapılması halinde ihale uhdesinde kalan firma, belediye ile yaptığı sözleşmeye dayanarak ve ilgi tutarak belediye sınırlarındaki tıbbi kuruluşlarla da protokol imzalamakta olup, her ay sonunda kuruluşlara fatura kesmektedir. Firma kestiği tıbbi atık faturaları toplamının belli bir yüzdesini belediyeye ödemekle yükümlüdür. Bu yöntemde belediye atıklardan kendine gelir elde etmektedir.

İkinci yetki verme şekli olan protokol ile yetki devrinde firma ve belediye protokol imzalamakta, firma bu protokole dayanarak ve ilgi tutarak belediye sınırlarındaki tıbbi kuruluşlarla da protokol yapmakta, her ay sonunda tıbbi kuruluşa fatura kesmektedir. Bu yöntemde belediyenin bütçesine gelir aktarılmamaktadır.

Üçüncü yöntemde, belediye çöp toplama hizmet alımı ihalesinde işin içerisine tıbbi atıkların toplanması kalemini de ekleyerek tıbbi atıkların ayrı toplanmasını sağlamaktadır. Firma tarafından toplanan atıklar Trabzon'daki sterilizasyon tesisinin sahibi olan Trabzon ve Rize İli Yerel Yönetimleri Katı Atık Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği'ne (TRABRİKAB) atık kilogramına göre ücret ödeyerek atıklarını sterilize ettirmektedir. Bu yöntemde belediyeye gelir olmadığı gibi, aksine iş kalemi için yükleniciye ücret ödenmektedir.

İlk iki yöntemde firmaların direk olarak tıbbi atığı oluşturan kamu kuruluşlarına fatura kesme yetkisinin olup olmadığının detaylı olarak incelenmesi gerekmekte olduğu kanısına varılmıştır.

5.3. Giresun Prof. Dr. A. İlhan Özdemir Devlet Hastanesi

Hastane, 2008 yılında devlet hastanesi ve SSK hastanesinin birleşmesi sonucu şu anki hizmet binasına taşınmıştır. Hastanenin yatak sayısı 400'dür. Hastanede 1 profesör doktor, 1 yardımcı doçent doktor, 95 uzman hekim görev yapmaktadır. 1 hastane müdürü, 4 müdür yardımcısı vardır. 138 tıbbi sekreter 232 hemşire olmak üzere toplam 768 kişi görev yapmaktadır.

Hastaneye ulaşım sahile yakın oluşu ve merkezde bulunması sebebiyle kolay sağlanmaktadır. İl ve ilçelerden ulaşım da kolaydır.

Hastane bulunduğu yer itibariyle şehir yerleşiminin yoğun olduğu bölge dışında yapılması ve etrafının bitki örtüsüyle çevrili olması yatan hastalar için faydalı olduğu söylenebilir.

Yakın tarihte hastanenin yakınına bir hastane daha yapılacak olması burayı bir cazibe merkezi haline getirecektir. Mevcut alanda hastane kampüsü modeline geçilebilir.

6. SONUÇLAR

Giresun İli Prof.Dr.A.İlhan ÖZDEMİR Devlet Hastanesi verilerinden ve araştırmalardan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak Türkiye ve Dünya şartlarındaki mevcut durum karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

6.1. Giresun İli Mevcut Durum

Giresun ilinde bulunan sağlık kuruluşlarının tıbbi atık oluşumu ve geçici depolama yöntemleri Giresun İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü verilerine dayanarak hazırlanmıştır (Çizelge 6. 1).

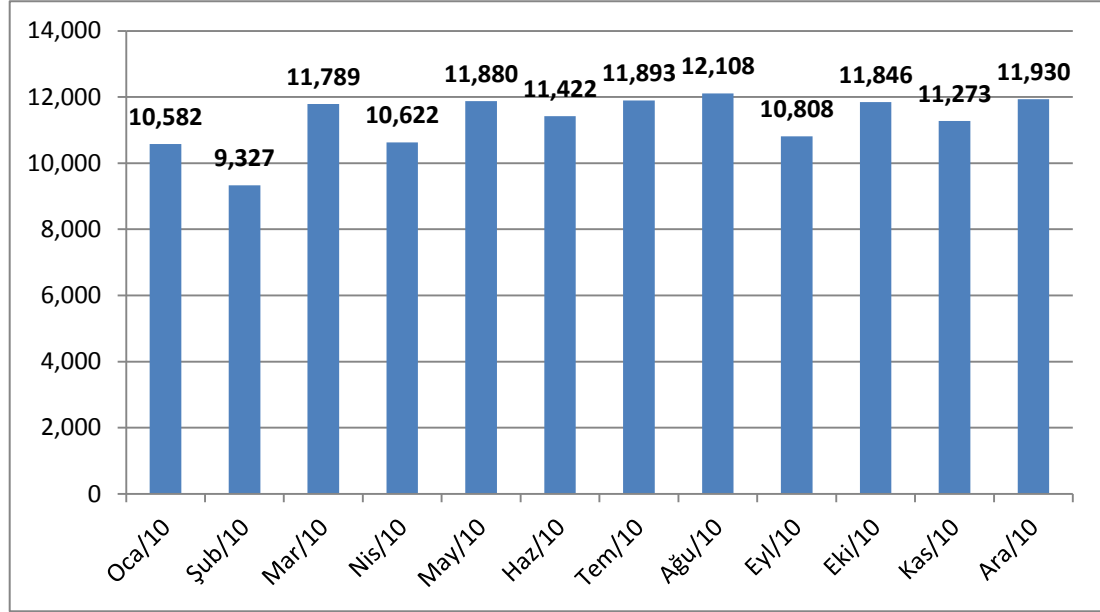
Çizelge 6. 2. Giresun İlinde Oluşan Tıbbi Atık Miktarları ve Geçici Depolama Yöntemleri

DEĞERLENDİRME	GEÇİCİ DEPOLAMA		OLUŞAN TIBBİ ATIK MİKTARI (kg/yıl)	
	GEÇİCİ ATIK DEPOSU	KONTEYNER	2010	2011 (TEMMUZ)
Prof.Dr.A.İlhan ÖZDEMİR Devlet Hastanesi	X	X	135.480	62401
Dr. Ali Menekşe Göğüs Hastalıkları Hastanesi	X	X	2.602	2168
Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi	X		14.804	4638
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	X	X	353	59
Giresun Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi	X	X	7.495	3977
Bulancak Devlet Hastanesi	X	X	8.670	
Opr.Dr.Ergun ÖZDEMİR Görele Devlet Hastanesi	X	X	10.849	5077
Dereli İlçe Hastanesi	X		678	438
Espiye Devlet Hastanesi	X		9.096	4206
Tirebolu Devlet Hastanesi		X	15.571	4837
Şebinkarahisar Devlet Hastanesi	X		1.654	
Yağlıdere İlçe Hastanesi			14.895	355
Alucra İlçe Hastanesi	X		9.013	
Özel Giresun Kent Hastanesi		X	13.294	8628
Giresun Özel Ada Hastanesi	X		27.884	13095
Giresun Özel Filiz Diyaliz Merkezi	X	X	18.585	14370
Aile Sağlık Merkezleri				632
Giresun Özel Güven Tıp Merkezi	X	X	1.698	492
		TOPLAM	258.389	125.373

Çizelgede 6.1’de de görüldüğü üzere sağlık kuruluşlarının tümü ilgili yönetmelik kapsamında oluşumlarını tamamlayamamışlardır.

6.2. Giresun Prof. Dr. A. İlhan Özdemir Devlet Hastanesi

Hastane verilerini incelediğimizde tıbbi atık oluşumu 2010 yılı aylarında değişiklik göstermiştir. Bu değişiklik aylar karşılaştırıldığında dalgalanmalar şeklinde olmuş fakat hep artış yönünde olmuştur.

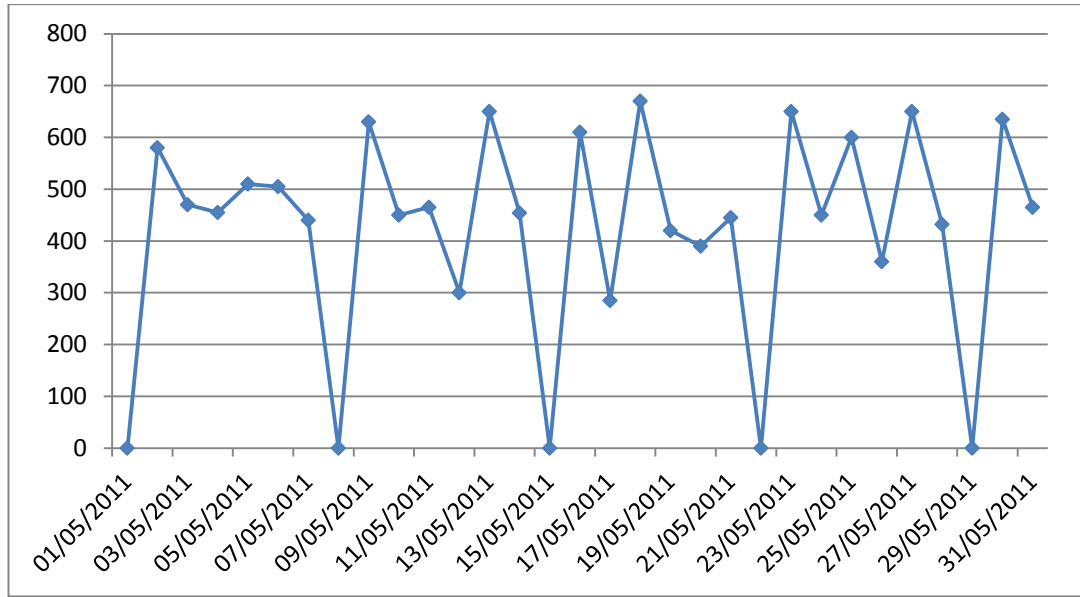


Şekil 6. 1. Giresun Prof. Dr. A. İlhan Özdemir Devlet Hastanesi Tıbbi Atık Miktarı

Aynı hastanenin 2010 ve 2011 yılı aynı aylardaki tıbbi atık değerleri incelendiğinde artış olduğu gözlenmektedir. 2010 yılı mayıs ayı 11.880 kg iken 2011 yılı mayıs ayı tıbbi atık miktarı 12.971 kg olarak gerçekleşmiştir.

Hastane 2010 yılında 114.732'si acil, 516.740'ı branş olmak üzere toplam 631.472 kişiye poliklinik hizmeti vermiştir. Bu hizmet sonucunda 135.480 kg tıbbi atık oluşmuştur. Poliklinik başına 0,21 kg/hasta.yıl tıbbi atık oluşumu gözlenmiştir.

Hastaneye ait 2011 Mayıs ayında oluşan günlük tıbbi atık miktarı Şekil 6.2.'de verilmiştir. Grafikte gözüken sıfır ölçümleri Pazar günü olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 6. 2. Giresun Devlet Hastanesi Mayıs 2011 Günlük Tıbbi Atık Miktarı

Hastanenin atık kompozisyonunu öğrenmek için 06 Mayıs 2011 tarihinde oluşan atık ayrıntılı incelemeye tabi tutulmuştur (Fotoğraf 6. 1). Yapılan incelemede ortaya çıkan değerler aşağıda gösterilmektedir.



Fotoğraf 6. 2. Tıbbi Atık Miktarı Belirleme İşlemi

İnceleme yapılan tarihte tıbbi atık oluşumu 510 kg olarak gözlenmiştir. Çıkan tıbbi atık ayrıntılı olarak incelenmiş ve tartımları alınmıştır. Çıkan değerler ışığında atığın karakterizasyonu belirlenmiştir. Uygulama yapılan hastanenin yatak sayısı 400'tür (Çizelge 6. 3).

Çizelge 6. 4. Hastane Atık Karakterizasyonu

Atık Tipi	Atık Miktarı (kg)	Yatak Başına Düşen Atık Miktarı (kg/yatak/gün)	Yüzde
Tıbbi Atık	510	1,28	30
Evsel Atık	1150	2,87	66
Cam Atık	32	0,08	2
Kağıt Atık	36	0,09	2
Toplam Atık	1728	4,32	100

Elde edilen verilere göre tıbbi atık yüzdesinin yüzde otuz civarında oluşu iki farklı şekilde yorumlanabilir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre tüm hastane atıkları içerisinde tıbbi atıkların oranı % 15–20 arasındadır. Bu değere göre atığın kaynağında iyi ayrıştırılmadığı şeklinde yorumlanabilir. Gelişmiş ülke verilerine göre bu oranın yüksek olduğu düşünülürse oluşan değerden hastane hizmetlerinin geliştiği sonucu çıkarılabilir.

Yatak başına düşen günlük hastane atık miktarı yaklaşık 4,32 kg dır. Bu değer yüksek oluşu şehrin hastane hizmetlerinin gelişmişliği ile açıklanabilir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının yayınladığını Türkiye Çevre Atlası'nda kamu hastaneleri için günlük hastane atığı miktarı 2,39 kg/yatak/gün dür. ABD'de günlük hastane atık miktarı 5,8 kg /yatak/gündür. Hollanda'da ise bu miktar 4,2 kg/yatak/gün dür.

Araştırma sırasında kağıt ve cam atıkların düzenli olarak biriktirildiği gözlemlenmiştir. Tıbbi atık alımı esnasında ilgili görevlinin olayı gözlemlemesi ve denetlemesi sonrasında makbuzla teslim işlemin gerçekleştirilmesi ünite içi yönetimin iyi uygulandığını göstermektedir.

Yine yapılan incelemede az miktarda da olsa tıbbi atık torbalarının içerisinde ilaç kutuları gibi evsel atık nitelikli malzemeler tespit edilmiştir (Fotoğraf 6.2). Buda evsel atığın ayrımının iyi yapılamadığını göstermektedir. Kesici delici alet kutusu

olmasına karşın yine tıbbi atık torbalarında kullanılmış enjektör tespit edilmiştir (Fotoğraf 6.2). Hastane ünite içi planı ve eğitimler her ne kadar iyi yapılsa da hastane personelinin katılımında o oranda yüksek olmadığı gözlemlenmiştir.



Fotoğraf 6.2. Tıbbi Atık Torbalarında Kullanılmış Enjektör Varlığı

6.3. Tıbbi Atık Yönetiminde Mevcut Durum Hataları

Tıbbi atığın oluşumundan bertarafın sonuna kadar geçen süreçte çeşitli sorunlar ve eksikliklerle karşılaşmaktadır. Gerek eğitim anlamında, gerekse yetersizlik anlamında karşılaşılan sorunlar aşağıda sıralanmıştır.

Kilogram başına birim fiyat ödeyen tıbbi atık üreticileri, atık miktarını azaltarak tasarruf yapma yoluna gitmekte olup, göze batmayan veya kanun çerçevesinde tıbbi atık kapsamına girip girmediği belli olmayan atıklarını evsel çöp olarak değerlendirerek, evsel atık konteynerına atmaktadırlar.

Kilogram başına tıbbi atık üreticilerine fatura kesen özel firmalar, atık torbası içinde tıbbi atık olmayan atık bulursa dahi, bu işten para kazandığı için itiraz etmemektedir. Bunun sonucunda toplanan veriler sağlıklı olmamaktadır.

6.3.1. İdari ve Mali Sorunlar

- Tıbbi atıklara ilişkin yeterli bilincin oluşmaması
- Sorumlu kişilerin bulunmayışı
- Yasal yükümlülüklerle ilgili bilinçsizlik bulunması
- Yetersiz hizmet içi eğitimi
- Tıbbi atıkları miktarlarına ilişkin veri eksikliği bulunması
- Kayıt tutulmaması
- Kuruluşlardaki bütçe yetersizliği
- Uygun olmayan torba ve konteyner kullanımı

6.3.2. Hatalı Toplama

- Torbalarda hatalı renk kodlamaları ve işaretler bulunması
- Aynı torbalarda toplama yapılması
- Aynı servis aracı ile taşıma yapılması
- Tıbbi atık yazı ve logosunun kullanılmaması
- Kesicilerin direkt kırmızı torbalarda toplanması ve deformasyon için gerekli ekipmanın olmayışı
- Sarı kesici atık kutularının birden fazla kullanımları

6.3.3. Taşıma Sorunları

- Plastik torbaların çoğunun kriterlere uymaması
- El ile, hasta asansörlerinde taşıma
- Torbaların kapasitelerin aşılması
- Ağız açık torba / konteynırlar
- Yetersiz dezenfeksiyon
- Uygun olmayan kıyafet, eldiven, vb. kullanımı

6.3.4. Depolama Sorunu

- Geçici depolama odası veya konteyneri bulunmaması
- Teknik şartlara uygun olmayan depolama odaları
- Hastane çevresinde düzensiz depolama yapılması

- İfade ve sembol eksiklikleri
- Kapıları sürekli açık depolama odaları
- Farklı türdeki atıkların birlikte depolanması
- Konteyner uygun olmayan alanlarda konumlandırılmaları
- Kapasiteyi aşan depolamalar yapılması
- Çevreye yayılan enfekte sıvılar

6.3.5. Belediyelerden Kaynaklanan Sorunlar

- Hastanelerin yetersiz kontrolleri
- İlgili kılavuz ve dokümanların eksikliği
- Caydırıcı olmayan cezalar
- Toplanan tıbbi atık miktarlarına ilişkin net verilerin olmayışı
- Atık torbalarının ve kesici atık kutularının etkili olarak sağlanmaması
- Toplama sıklıklarının yetersizliği
- Küçük kliniklerin takipsizliği

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hastaneden elde edilen verilere dayanarak 2011 yılı toplamında Giresun ilinde ortalama 260.000 kg tıbbi atık oluştuğu dikkate alınır, bu atık oluşumu sonrasında lisanslı firmaya ödenmesi gereken tutar şu şekilde gerçekleşmiştir. Giresun ili 2011 MÇK kararlarına göre kilogram fiyatı 2,25 TL'dir. Yıllık harcanan miktar 585.000 TL olarak hesaplanır. Giresun ilindeki mevcut MÇK kararlarına göre uygulanan fiyat üzerinden bölge şartları da değerlendirilerek maliyet analizi yapılabilir.

Giresun ilinde tıbbi atık sterilizasyon tesisi bulunmadığı için atıklar Trabzon iline nakledilmekte olup, bu nakil sebebi ile Trabzon' daki MÇK kararı ile Giresun'daki MÇK arasında fark mevcuttur. Trabzon ili için 2011 yılı tıbbi atık ücreti 1,91 TL/kg, Giresun ili için 2011 yılı tıbbi atık ücreti 2,25 TL/kg'dır. Aradaki 0,34 TL'nin nakliye için eklendiği hesap edecek olursak toplam 88.400 TL bir maliyet hesaplanabilir.

Yıl toplamında yaklaşık 88.400,00 TL nakliye ücreti ödenecek olup, tıbbi atık sterilizasyon tesisinin kurulmasının tıbbi atık oluşturan kuruluşlar için daha avantajlı olacağı kanısına varılmıştır. Çünkü sterilizasyon tesisinin kurulumu için yapılan araştırmalarda ortalama 1.500.000,00 TL gibi bir kaynağa ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiş olup, tesis kurulduktan sonra 14-16 sene içerisinde nakliye ücreti ödenmediği için tesis kendini amorti edecektir. Hastanelerin kapanma ihtimali olmadığı, sağlık hizmetinin süreklilik arz ettiği göz önüne alındığında bu yatırımın ilde uygulanması uygun görülmüştür. Öncelikle tıbbi atıkların karakterleri, üretim miktarları ve mevcut yönetimlerini kapsayacak şekilde detaylı bir tıbbi atık veri tabanının hazırlanması gerekmektedir. Bu veri tabanı oluşturulduktan sonra, elde edilen bilgiler dâhilinde il genelinden başlayarak bölgesel ve ulusal düzeyde bir tıbbi atık yönetim planı geliştirilmelidir.

Hastane içerisinde tıbbi atık uygulamalarını geliştirmek ve denetlemek amacı ile etkin bir atık yönetim grubu oluşturulmalıdır. Bu grup tarafından hazırlanacak bir hastane politikası ile hastane içindeki ve dışındaki tıbbi atık yönetimi sürekli kontrol altında tutulmalıdır.

Hastane tıbbi atık personelleri ve özel temizlik firması çalışanları için eğitim programlarına katılma ve sertifika alma mecburiyeti getirilmelidir. Yönetmeliğin uygulanabilmesi amacıyla sağlık kuruluşlarının ve tıbbi atıklardan sorumlu yetkili birimlerin hatalı uygulamaları durumunda yaptırım uygulanabilmelidir.

Atıkların kaynağında azaltılması, ayrıştırılması ve minimizasyonunu destekleyici faaliyetler benimsenerek hem ekonomik hem de çevresel açıdan kazanç elde edilmeye çalışılmalıdır.

Toplum ve kamuoyu tıbbi atıklar ve geri kazanım konusunda bilinçlendirilmeli, daha etkin çevre eğitim programları gerçekleştirilmelidir. Bu kapsamda tıbbi atık ve geri kazanım konularında uygulamalı eğitimlere ağırlık verilmeli, bu konularda belediyeler bu tür uygulamalar için teşvik edilmelidir.

Tıbbi atıklar ile ilgili yönetmelik ve yasalar, mevcut ülke koşulları ve AB direktifleri dikkate alınarak yeniden gözden geçirilmelidir.

Özel sektörün teşvik edilerek, uygun teknolojilerle yatırım yapmaları sağlanmalıdır.

Mevcut atık kompozisyonu tespit edilerek ve bertaraf teknolojilerinin sağlık ve çevresel etkileri sürekli olarak araştırılarak, tıbbi atıkların bertarafı için ülke koşullarına en uygun yöntem ve teknolojiler belirlenmelidir.

Mevcut bertaraf tesisleri gözden geçirilmeli ve düzeltilmelidir. Bölgesel çözümler için Belediye Birlikleri kanalı ile tıbbi atık bertaraf tesislerinin yapılması sağlanmalıdır.

Tıbbi atıkları bertaraf alanına taşıyan firma vasıtalarının özellikleri belirlenmeli ve sürekli kontrol edilmelidir.

Hastanelerden alınan tıbbi atıklarla ilgili ücret kurumun yatak sayısına göre belirlenmeyip, üretilen tıbbi atık miktarına göre ücretlendirilmelidir.

Mevcut yönetmelik hükümlerinin uygulanması belediye ve mücavir alanlar sınırları içerisinde belediyeler, belediye sınırları dışında ise mülki amirlerin yetkisindedir. Bu yönetmeliğe göre belediyeler bu hizmeti kendileri yapacağı gibi

üçüncü şahıslara yaptırabilir. İnceleme sonucunda belediyelerin bu işi protokol, 2886 sayılı Devlet İhale Kanunu veya atık birliği kurarak 3 yöntem ile üçüncü şahıslara yaptırdığı görülmüştür. Fakat çoğu belediyeler bu sorumluluklarını 2886 sayılı Devlet İhale Kanunu ile değil, firmalar ile yapılan protokollerle yerine getirmekte olup, protokol ile yetki devri yapılarak hizmetin gördürülmesinin usule uygun olup olmadığı yetkili mercilerce incelenmelidir.

Tıbbi atık toplama, taşıma ve bertaraf ücretinin bölgelere göre fiyatları arasındaki farkın yüksek oluşu ulusal anlamda denetlenerek kontrol altına alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete; 22.07.2005, Sayı: 25883.
2. Prüss, A., Giroult, E., Rushbrook. P., (1999). Safe Manegement of Wastes from Healt – Care Activities.
3. Öztürk, M., İskenderoğlu, A.U., (2002). İstanbul’da Tıbbi Atık Yönetimi
4. Özyurt, M., Dezenfeksiyon ve Sterilizasyon Yöntemleri
5. Harmankaya, A.Ç.,Hastane Ortamında Sterilizasyon Uygulamaları
6. www.diyadinnet.com
7. www.tuik.gov.tr
8. DHV Consultant, R&R Bilimsel ve Teknik Hizmetler Ltd. Şti.
9. Demir, A. ve Şengün, B. İstanbul Tıbbi Atık Yönetimi, UKAK 2001, 1.Ulusal Katı Atık Kongresi, Bildiriler Kitabı, 18-21 Nisan, 2001, İzmir.
10. US EPA, Estimating exposure to dioxin-like compounds, vol. I-II-III. Review Draft, EPA/600/6-88/005Ca,b,c.Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington, D.C. (1994).
11. US EPA, Health assessment document for 2,3,7,8 tetrachloro dibenzo –p- dioxin (TCDD) and related compounds. External Review Draft, EPA/600/BP-92/001c.Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington, D.C. (1994).
12. Wark, K., Warner, C. and Davis, T. Air Pollution-its Origin and Control. Addison-Wesley, 1998.
13. Compilation of Air Pollution Emission Factors Volume I: Stationary Point and Area Sources”, 4th ed., AP-42, U.S. EPA, Office of Air

Quality Planning and Standards, 1985, with updates through September 1991.

14. W.A. Rutala, JAMA,1989
15. AB Komisyonu-1995, Halbwachs-1994, Durand-1995
16. Economopoulos,1993
17. www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch02/final/cOZs03.pdf
18. International Agency for Research on Cancer IARC
19. www.cevreorman.gov.tr
20. www.abgs.gov.tr
21. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Güvenli Tıbbi Atık Yönetimi, 2008
22. Baştürk,A.,Tıbbi Atık Yönetimi ve Bertaraf Metotları, Tıbbi Atıkların Yönetimi ve Eğiticilerin Eğitimi Programı Eğitim Notları ,28-29 Mayıs,2008, Kayseri.
23. Borat,M.,Tıbbi Atıkların Düzenli Depolanması, Tıbbi Atıkların Yönetimi ve Eğiticilerin Eğitimi Programı Eğitim Notları ,28-29 Mayıs,2008, Kayseri.
24. Karaca,Y.,Türkiye’de Tıbbi Atık Yönetimiyle İlgili Mevzuat, Tıbbi Atıkların Yönetimi ve Eğiticilerin Eğitimi Programı,01-02 Kasım,2006, Ankara
25. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetimi Eylem Planı (2008-2012), Mayıs, 2008, Ankara
26. Tutar, D. Y., Tıbbi Atık Yönetimi İçin Yeni Bir Yaklaşım ve Ankara Örneği, Ankara, 2004, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Çevre Anabilim Dalı

27. Albayrak, D., Esmen, C., Varınca, K. B., Tibbi Atık Bertaraf Yöntemlerinden Buharlı Sterilizasyon Teknolojisi, 2009
28. OECD, Waste Management Policy Group: Final Guidance Document for Distinguishing waste from nonwaste. Organisation for Economic Co-operation and Development. ENV/EPOC/WMP(98)1/REV1, 1998.
29. Leea, B., Ellenbeckerb, M. J., Moure-Ersaso, R., Alternatives for Treatment And Disposal Cost Reduction of Regulated Medical Wastes, Waste Management 24 (2004) 143–151
30. Emmanuel, J., Best Environmental Practices and Alternative Technologies for Medical Waste Management, Eighth International Waste Management Congress And Exhibition, Institute of Waste Management of Southern Africa-Botswana Chapter, 25-28 June 2007, Kasane, Botswana
31. Torgam Developments Ltd., WK Townend, Oberewiev Of Alternative Technologies For The Treatment Of Clinical Waste, Waste Policy Services Groups Environmental Protection Department The Hong Kongspecial Administrative Region Government, Final Report, United Kingdom, November, 2000
32. Visvanathan, C., Medical Waste Management, Environmental Engineering & Management Program, Asian Institute of Technology, Thailand, Issues in Asia, Asia 3R Conference, 30 October – 1 November, 2006, Tokyo, Japan
33. Taghipour, H., Mosaferi, M., Characterization of Medical Waste From Hospitals in Tabriz, Iran, Science of the Total Environment 407 (2009) 1527-1535
34. Yong, Z., Gang, X., Guanxing, W., Tao, Z., Dawei, J., Medical Waste Management in China: A Case Study of Nanjing, China, Waste Management 29 (2009) 1376–1382

35. Zhao, L., Zhang F., Wang, K., Jianxin, Z., Chemical Properties of Heavy Metals in Typical Hospital Waste Incinerator Ashes in China, Waste Management 29 (2008) 1114–1121
36. Da Silva, C.E., Hoppe, A.E., Ravanello, M.M., Mello, N., Medical Wastes Management in The South of Brazil, Waste Management 25 (2005) 600–605
37. Sawalem M., Selic, E., Herbell, J.D., Hospital Waste Management in Libya: A Case Study, Waste Management 29 (2009), 1370–1375
38. Al-Khatib, I. A., Sato, C., Solid Health Care Waste Management Status at Health Care Centers in the West Bank – Palestinian Territory, Waste Management 29 (2009) 2398–2403
39. Öztürk, M., Tehlikeli Atıklar Grubundaki Tıbbi Atık Yönetimi, Komisyon Raporu, Ankara, 2009
40. Kocasoy, Günay., Katı Atıklar ve Tıbbi Atıkların Yönetimi, Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü 34342 Bebek, İstanbul

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılı İstanbul Üsküdar doğumlu Harun ÜSTÜN, ilk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı.2002 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olup 2002 yılı güz döneminde Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı. Evli ve bir çocuk babasıdır.