

**TIBBİ ATIKLARIN BERTARAFI ÜZERİNE ÇALIŞMA  
EDİRNE ÖRNEĞİ**

**Adem BAYLAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doc. Dr. Füsun UYSAL**

**2009**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TIBBİ ATIKLARIN BERTARAFI ÜZERİNE ÇALIŞMA**  
**EDİRNE ÖRNEĞİ**

**Adem BAYLAN**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Yrd. Doc. Dr. Füsun UYSAL**

**TEKİRDAĞ-2009**

**Her hakkı saklıdır**

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **TIBBİ ATIKLARIN BERTARAFI ÜZERİNE ÇALIŞMA EDİRNE ÖRNEĞİ**

Adem BAYLAN

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doc. Dr. Füsun UYSAL

Mevzuatta yapılan değişiklikler, tıbbi atıkların sterilizasyon yöntemiyle bertaraf edilmesinin önünü açmıştır. Kısa zaman içinde ülkemizde birçok şehir, tıbbi atıklarını bu yöntemle bertaraf etmeye başlamıştır.

Bu tez üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm tıbbi atıklarla ilgili tanımlarla beraber, tıbbi atıkların oluşumu, olumsuzlukları, yönetimi ve mevzuatı hakkındadır. İkinci bölümde tıbbi atıkların bertaraf yöntemleri ve bu yöntemlerle atıklarını bertaraf eden illerin atık miktarları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde ise, bakanlık lisansı ile işletilmeye başlanan ilk sterilizasyon tesisinin kurulu olduğu Edirne ilinde, tıbbi atık miktarı ve kaynakları, yatak başına düşen günlük tıbbi atık miktarı, bertaraf yöntemi ve işletim maliyeti incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler: Tıbbi Atık, Bertaraf, Buhar Sterilizasyonu**

**2009, 57 Sayfa**

## **ABSTRACT**

**MSc. Thesis**

### **A STUDY ON DISPOSAL OF MEDICAL WASTE EDİRNE EXAMPLE**

Adem BAYLAN

Namık Kemal University  
Institute of Science  
Environmental Engineering Main Department

Supervisor: Yrd. Doc. Dr. Füsün UYSAL

Recent changes on the legislation about disposal of medical wastes, enabled to dispose them by sterilization method. within a short time period, a lot of city in our country started to dispose their medical wastes by this system.

This thesis consists of 3 chapters. the first chapter is about formation, negative effects, administration and legislation of medical wastes, along with the definitions related with it. In the 2nd chapter, different methods of disposing medical wastes and the statistical data concerned with these methods used by various cities are given. In the 3rd chapter amount and sources of medical wastes, daily medical waste created per bed, disposal method and operating cost of the province Edirne, which has the first constructed sterilization facility licensed by the ministry of health, are examined. also its effects on the water and air environments are searched too.

**Keywords: Medical waste, Disposal, Steam sterilization,**

**2009, 57 Pages**

## **TEŐEKKÖR**

Yüksek lisans tez çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen, Sayın Yrd. Doc. Dr. Füsun UYSAL' a ve Şafak Çevre Yönetim Grubu yöneticilerine teşekkürlerimi sunarım.

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EC	Avrupa Komisyonu (European Commission)
AB	Avrupa Birliği
°C	Derece
Kg	Kilogram
EPA	Çevre Koruma Kanunu (Environmental Protection Agency)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
HIV	AIDS Virüsü (Human Immunodeficiency Virus)
HBV	Sarılık B Virüsü (Hepatit B Virüsü)
HCV	Sarılık C Virüsü (Hepatit C Virüsü)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
İZAYDAŞ	İzmit Atık ve Artıkları Arıtma ve Yakma Deđerlendirme A.Ş.
İSTAÇ	İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Deđerlendirme
m <sup>2</sup>	Metrekare
cm	Santimetre
TRABRİKAB	Trabzon Rize Katı Atık Birliği
Kpa	Kilopaskal
dm <sup>3</sup>	Desimetreküp
\$	Amerikan Doları
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
AKM	Askıda Katı Madde
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
mg	Miligram
lt	Litre
S.M.	Standart Metot
Log	Logaritma
Ünv.	Üniversite
LPG	Likit Petrol Gazı
Euro	Avrupa Para Birimi
ETKHKKY	Endüstriyel Tesislerden Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

Sn	Saniye
Nm	Newtonmetre
Sa	Saat

## İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
MATERYAL VE YÖNTEM	3
BÖLÜM 1.TIBBİ ATIKLARLA İLGİLİ BİLGİLER	4
1.1.TANIMLAR	4
1.1.1.Tıbbi Atık	4
1.1.2.Enfeksiyöz Atık	4
1.1.3.Patolojik Atık	4
1.1.4.Kesici-Delici Atık	4
1.1.5.Geçici Depolama	4
1.1.6.Nihai Bertaraf	5
1.1.7.Ünite İçi Taşıma	5
1.1.8.Taşıma	5
1.1.9.Sterilizasyon	5
1.1.10.İndikatör	5
1.1.11.Bertaraf Etme	5
1.1.12.Farmasötikler	5
1.1.13.Sitotoksikler	6
1.1.14.Emisyonlar	6
1.1.15.Özel Nitelikli Kaplar, Torbalar	6
1.1.16.Dezenfektan	6
1.2.TIBBİ ATIK OLUŞUMU	7
1.2.1.Faaliyetleri Sonucu Tıbbi Atık Oluşumuna Neden Olan Sağlık Kuruluşları	7
1.2.2.Tıbbi Atık Kompozisyonu	8
1.2.3.Tıbbi Atık Üretimi	8
1.3.TIBBİ ATIKLARIN NEDEN OLABİLECEĞİ OLUMSUZLUKLAR	10
1.4.ÜNİTE İÇİ TIBBİ ATIK YÖNETİMİ	11
1.4.1.Atıkların Ayrı Biriktirilmesi	11
1.4.2.Atıkların Sınıflandırılması	12
1.4.3.Ünite İçi Atık Yönetim Planı	14
1.4.4.Tıbbi Atıkların Ayrı Toplanması Ve Biriktirilmesi	14
1.4.5.Tıbbi Atıkların Ünite İçinde Toplanması	15



1.4.6.Tıbbi Atıkların Geçici Depolanması	16
1.4.7.Tıbbi Atık Ekipmanlarının Dezenfeksiyonu	17
1.4.8.Tıbbi Atıklarla İlgilenen Personelin Eğitilmesi	17
1.5.TIBBİ ATIKLARIN BERTARAF ALANINA TAŞINMASI	18
1.5.1.Tıbbi Atık Yönetim Planı	18
1.5.2.Tıbbi Atık Taşıma Aracı Özellikleri	18
1.5.3.Tıbbi Atık Taşıma Lisansı	19
1.5.4.Kayıt Tutulması	19
BÖLÜM 2.TIBBİ ATIKLARIN BERTARAF YÖNTEMLERİ	20
2.1.Tıbbi Atıkların Yakılarak Bertaraf Edilmesi	21
2.2.Tıbbi Atıkların Düzenli Depolanarak Bertaraf Edilmesi	23
2.3.Tıbbi Atıkların Kimyasal Dezenfeksiyon Yöntemiyle Bertaraf Edilmesi	25
2.4.Tıbbi Atıkların Mikrodalga Yöntemiyle Bertaraf Edilmesi	26
2.5.Tıbbi Atıkların Otoklav Yöntemiyle Bertaraf Edilmesi	27
BÖLÜM 3.TIBBİ ATIKLARIN EDİRNE İLİNDE BERTARAF EDİLMESİ	31
3.1.Edirne Merkez İlçede Oluşan Tıbbi Atık Miktarı Ve Kaynakları	32
3.2.Edirne Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Planı	36
3.2.1.Geçici Atık Deposu	36
3.2.2.Boiler Odası	37
3.2.3.Sterilizasyon Ünitesi	38
3.2.4.İdari Büro	38
3.2.5.Steril Atık Bekletme Odası	38
3.3.Edirne Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi İş Akım Şeması	38
3.3.1.Tıbbi Atıkların Toplanması Taşınması ve Geçici Atık Deposuna Boşaltılması	39
3.3.2.Tıbbi Atıkların Sterilizasyon İşlemine Tabi tutulması	39
3.3.3.Tıbbi Atık Sterilizasyon İşleminin Kayıt Edilmesi	46
3.4.Sterilizasyon İşleminin Geçerliliği	48
3.5.Maliyet Analizi	49
SONUÇ VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	54
EK-1	56
ÖZGEÇMİŞ	57

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No:
Tablo 1.1.Ulusal Gelir Düzeyine Göre tıbbi Atık Oluşumu	8
Tablo.1.2.Bazı Ülke Hastanelerindeki Yatak Sayısı Verilen Hizmet Ve Atık Miktarı Arasındaki İlişki	9
Tablo 1.3.Kontamine Şırıngaların Yol Açtığı Hastalıklar	10
Tablo 1.4.Sağlık Kuruluşlarından Kaynaklanan Atıkların Sınıflandırılması	13
Tablo 2.1.Yataklı Ve Ayakta tedavi Hizmeti Veren Sağlık Kuruluşlarında 2007 yılında Oluşan Tıbbi Atık Miktarı	20
Tablo 2.2.Tıbbi Atıkların Yakılarak Bertaraf Edildiği İller, 2007	21
Tablo 2.3.Tıbbi Atıklarını Düzenli Depolayarak Bertaraf Eden İller	24
Tablo 2.4.Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisleri	28
Tablo 2.5.Alternatif Tıbbi atık Bertaraf Yöntemleri	30
Tablo 3.1.Edirne Merkezde Bulunan Hastaneler Ve Yatak sayısına Göre Atık Miktarı	34
Tablo 3.2.Edirne Merkez İlçede Oluşan Tıbbi Atık Miktarı ,2008 Mart-2009 Şubat	35
Tablo 3.3.Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Atıksu Analizi, Edirne	44
Tablo 3.4.Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Emisyon Değerleri, Edirne, 2008	45
Tablo 3.5. Sterilizasyon İşlem Döngü Örneği, Edirne	47
Tablo:3.6.İşletim Maliyeti ve Edirne –Trabzon Kıyaslaması, 2009	50

## **ŞEKİLLER DİZİNİ**

Şekil 1.1.Evsel Atıkların Mavi Torbalarda Ayrı Toplanması	11
Şekil 1.2.Tıbbi Atıkların Kırmızı Torbalarda Ayrı Toplanması	12
Şekil 1.3.Kesici/Delici Tıbbi Atıklar İçin Enfekte Atık Kutuları	15
Şekil 1.4.Üniteler Arası Tıbbi Atık Taşıma Aracı	16
Şekil 2.1.Tıbbi Atıkların Bertaraf Durumu	20
Şekil 2.2.Tıbbi Atık Yakma Tesisi, Odayeri, İSTAÇ	22
Şekil 2.3.Düzenli Depolama Sahası Depolama Tabanı Teşkili, Denizli	24
Şekil 2.4.Mikrodalga İşlemi Isı İletimi İle tıbbi Atık Disinfect, San-i Pak	26
Şekil 2.5.Tıbbi Atıkların Bertaraf Durumu, 2009 Mayıs	27
Şekil 3.1.Vahşi Depolama Alanında Tıbbi Atıkların Gömülmesi, Edirne 2005	31
Şekil 3.2.Edirne Merkezde Oluşan Tıbbi Atık Oranları, 2008	32
Şekil 3.3.Tıbbi Atık Sterilizasyon Planı, Edirne	36
Şekil 3.4.Geçici Atık Deposu, Edirne	37
Şeki 3.5.Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisine Tıbbi Atıkların Boşaltılması	39
Şekil 3.6.Sterilizasyon Ünitesi,Edirne	40
Şekil 3.7.Parçalayıcı Bıçaklar	41
Şekil 3.8.Boiler Odası, Edirne	42
Şekil 3.9. Sterilizasyon Döngü Takip Ekranı, Edirne	46

## **EKLER DİZİNİ**

EK.1.Edirne Sterilizasyon Tesisisi Lisansı	55
--	----

## **GİRİŞ:**

Diğer atık miktarlarında olduğu gibi tıbbi atık miktarında da sürekli artış olmaktadır. Tıbbi atıklar hastalık yapıcı mikroorganizmaları taşımaları, çevre ve halk sağlığında önemli tehdit oluşturmaları nedeniyle, ülkemiz içinde başlıca problemlerden biridir. Tıbbi atıkların taşıdığı bu mikroorganizmalar direkt bulaşabildikleri gibi çevreye, su kaynaklarına da bulaşarak halk sağlığı sorunlarına neden olmaktadır. Doğal çevresel ortamlara kısa ve uzun vadedeki etkileri, konu üzerinde titizlikle durulmasını gerektirmektedir.

Ayrı olarak kaynağında biriktirilmesi, geçici depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi gereken bu atıklar maalesef ülkemizin birçok yerinde evsel nitelikli katı atıklarla birlikte toplanmakta vahşi depolama alanlarına dökülmektedir.

Bu depolama yerleri tamamen kural dışı olup, sık sık yangın çıkmakta ve etrafa sürekli kötü koku yaymaktadır. Bu yerlerin her yıl belirli bir kira karşılığı işletilmeye verildiği bilinmektedir. Bu yerlerde işçiler devamlı ve her türlü korunmadan yoksun olarak tıbbi atıkların da karıştığı çöpleri ayırmaktadır.

Sağlık kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıkların üretildikleri yerlerde ayrı toplanması, geçici depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi ile ilgili esasları yeniden düzenleyen Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği 22.07.2005 tarihli ve 25883 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu meyanda tıbbi atıkların bertaraf edilmesi yeniden düzenlenmiş, aynı zamanda bu atıkların alternatif bertaraf teknolojileri konusunda düzenlemeler yapılmıştır. Buna göre tıbbi atıklar yakılarak veya düzenli depolanarak bertaraf edilebilmekte veya sterilize edilerek zararsız hale getirilmektedir.

Avrupa Birliği’nin 99/31/EC sayılı “ Atıkların Düzenli Depolanması Direktifi”nin 5. maddesi enfekte atıkların doğrudan düzenli depolama alanlarına gömülmesini yasaklamaktadır. Ülkemizde düzenli depolama alanlarına gömülmesinin mevzuata aykırılığı bulunmamakla beraber AB Mevzuatı’na uyum çalışmaları çerçevesinde ileriki zamanlarda yasaklanması planlanmaktadır.

Tıbbi atıkların en uygun bertaraf yönteminin yakma olmasına rağmen ilk yatırım ve işletme maliyetinin yüksek olması, ortaya çıkan baca gazlarının ölçümü, analizi ve arıtılmasının zorluğu, yakma sonucu ortaya çıkan küllerin de depolama alanlarında bertaraf edilmesi zorunluluğu nedeniyle Ülkemiz şartlarına bu zamanda uygun olmayacağı düşünülmektedir.

Tıbbi atıkların sterilizasyon yöntemiyle bertaraf edilmesi tercih edilen alternatif teknolojik yöntem olmuştur.

Bu çalışmada,

Tıbbi atıkların genel özellikleri ve yönetimi ile bertaraf yöntemlerinin ortaya konulması.

Edirne merkezde bulunan tıbbi atık kaynakları ve ortaya çıkan tıbbi atık miktarı ile yatak başına düşen günlük tıbbi atık miktarı ile hastanelerde oluşan tıbbi atık oranlarının araştırılması.

Bertaraf yönteminin çalışma şeklinin incelenmesi.

Atıksu ve emisyon analizleri yaptırılarak mevzuatla karşılaştırılması.

Trabzon ili tıbbi atık bertaraf tesisi işletim maliyeti analizi ile karşılaştırma yapılarak incelenmesi.

Böylece, ülkemiz için henüz yeni olan bu bertaraf yöntemin, tıbbi atık bertaraf tesisi olmayan ve yatırım yapmayı düşünen diğer şehirlere model olması amaçlanmıştır.

## **MATERYAL VE YÖNTEM**

Konuyla ilgili kaynaklar taranmış, sempozyumlar, bildiriler, makaleler ve raporlar incelenmiştir.

Edirne merkezde tıbbi atık kaynakları belirlendikten sonra, oluşan tıbbi atıkların yapılan program çerçevesinde tartılması sağlanmış, tartım fişleri bir yıl süre boyunca kayıt altına alınarak takip edilmiştir.

Edirne ili tıbbi atık yönetim planı doğrultusunda günlük yapılan toplama ve bertaraf işlemi izlenmiş, belediye, atık toplama ve bertaraf personeliyle yüz yüze görüşmeler yapılmıştır.

Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Daire Başkanlığı Tıbbi Atık Şube Müdürlüğü, Edirne İl Çevre ve Orman Müdürlüğü personelleri, Trabzon ili tıbbi atık bertaraf tesisi yetkilileri ve Sterilizasyon cihazı Türkiye yetkilisi personelleriyle mülakat yapılmıştır.

## **BÖLÜM I**

### **TIBBİ ATIKLARLA İLGİLİ BİLGİLER**

#### **1.1. TANIMLAR**

##### **1.1.1. Tıbbi Atık**

Ünitelerden kaynaklanan, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğin’ de C, D ve E grupları altında yer alan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklar tıbbi atıklardır. (Tablo 1.4)

##### **1.1.2. Enfeksiyöz Atık**

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

##### **1.1.3. Patolojik Atık**

Cerrahi girişim, otopsi veya anatomi çalışması sonucu ortaya çıkan dokular, organlar, vücut parçaları, insan fetusu ve hayvan cesetleridir.

##### **1.1.4. Kesici-Delici Atık**

Şırınga, enjektör, ve diğer tüm deri altı girişim iğneleri, lanset, bistüri, bıçak, serum seti iğnesi, cerrahi suture iğneleri, biyopsi iğneleri, intraket, kırık cam, ampul, lam-lamel, kırılmış cam tüp ve petri kapları gibi batma, delme, sıyrık ve yaralanmalara neden olabilecek atıklardır.

### **1.1.5. Geçici Depolama**

Atıkların bertaraf alanına taşınmasından önce ünite içinde inşa edilen birimlerde veya konteynerlerde 48 saati geçmemek üzere bekletilmesidir.

### **1.1.6. Nihai Bertaraf**

Tıbbi atıkların çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde ilgili mevzuatlarda öngörülen her türlü önlemin alındığı tesislerde yakılması veya düzenli depolanması suretiyle yok edilmesi veya zararsız hale getirilmesidir

### **1.1.7. Ünite İçi Taşıma**

Atıkların üretildiği yerlerden uygun taşıma araçları ile alınarak geçici depolama birimlerine götürülmesidir.

### **1.1.8. Taşıma**

Atıkların geçici depolama birimlerinden alınarak bertaraf alanına götürülmesidir.

### **1.1.9. Sterilizasyon**

Bakteri sporları dahil her türlü mikrobiyal yaşamın fiziksel, kimyasal, mekanik metodlar veya radyasyon yoluyla tamamen yok edilmesini veya bu mikroorganizmaların seviyesinin % 99,9999 oranında azaltılmasıdır.

### **1.1.10. İndikatör**

Sterilizasyon etkinliğinin araştırılmasında kağıt şerit veya benzeri bir taşıyıcı mekanizmaya inoküle edilmiş standart/bilinen bir mikroorganizma (Biyolojik indikatör) yada kağıt bant veya benzeri bir taşıyıcıya emdirilmiş, yüksek ısı ile renk değiştiren kimyasal madde (Kimyasal indikatör)

### **1.1.11. Bertaraf Etme**

Ünitelerden kaynaklanan tıbbi artıkların ayrı toplanması, geçici depolanması, taşınması, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde nihai olarak yakılması, düzenli depolanması ile ilgili tüm işlemleri ifade eder.

### **1.1.12. Farmasötikler**

Bir üretici kuruluş tarafından standart bir formulasyona göre belirli bir farmosotik şekle sokularak (suspansiyon, sirop, tablet v.s) büyük ölçekte üretilen özel olarak ambalajlanıp üreticinin koyduğu, onu benzer ürünlerden farklılaştıran özel bir isim altında



pazarlanan bir ya da birden fazla etken madde içeren endüstriyel ürün ya da kombine müstahzarlardır.

#### **1.1.13. Sitotoksikler**

Belirli canlı hücrelerin gelişmesini durdurmaya ya da tamamen öldürme özelliğine sahip olan farmasötiklerdir. Kemoterapi yöntemiyle kanser hücrelerini yok etmede kullanılırlar. Bu ajanlar 982°C altında efektif olarak yok edilemezler.

#### **1.1.14. Emisyonlar**

Yakıt ve benzerlerinin yanmasıyla; sentez, ayrışma, buharlaşma ve benzeri işlemlerle, maddelerin yığılması, ayrılması, taşınması ve bu gibi mekanik diğer işlemler sonucu bir tesisten atmosfere yayılan hava kirleticilerdir.

#### **1.1.15. Özel Nitelikli Kaplar, Torbalar**

Sızdırmaya, yırtılmaya ve patlamaya dayanıklı, üzerinde uluslararası biyotehlike amblemi ve uyarı yazısı bulunan, poşet, plastik-metal kaplar ve konteynerlerdir.

#### **1.1.16. Dezenfektan**

Atıklara ilave edildiğinde, atık içerisinde var olan patojenleri etkisiz hale getiren maddelerdir.

## 1.2. TIBBİ ATIK OLUŞUMU

### 1.2.1. Faaliyetleri Sonucu Tıbbi Atık Oluşumuna Neden Olan Sağlık Kuruluşları

Tıbbi atık kaynakları, üretim miktarlarına göre genelde major ve minör olarak sınıflandırılabilirler.

#### a) Büyük Miktarda Atık Üreten Sağlık Kuruluşları

- 1) Üniversite hastaneleri ve klinikleri,
- 2) Genel maksatlı hastaneler ve klinikleri,
- 3) Doğum hastaneleri ve klinikleri,
- 4) Askeri hastaneler ve klinikleri.

#### b) Orta Miktarda Atık Üreten Sağlık Kuruluşları

- 1) Sağlık merkezleri, tıp merkezleri, dispanserler,
- 2) Ayakta tedavi merkezleri,
- 3) Morglar ve otopsi merkezleri,
- 4) Hayvanlar üzerinde araştırma ve deneyler yapan kuruluşlar,
- 5) Bakımevleri ve huzurevleri,
- 6) Tıbbi ve biyomedikal laboratuvarlar,
- 7) Hayvan hastaneleri,
- 8) Kan bankaları ve transfüzyon merkezleri,
- 9) Acil yardım ve ilk yardım merkezleri,
- 10) Diyaliz merkezleri,
- 11) Rehabilitasyon merkezleri,
- 12) Biyoteknoloji laboratuvarları ve enstitüleri,
- 13) Tıbbi araştırma merkezleri.

#### c) Küçük Miktarda Atık Üreten Sağlık Kuruluşları

- 1) Sağlık hizmeti verilen diğer üniteler (doktor muayenehaneleri, diş ve ağız sağlığı muayenehaneleri ve benzerleri),
- 2) Veteriner muayenehaneleri,
- 3) Akupunktur merkezleri,
- 4) Fizik tedavi merkezleri,
- 5) Evde yapılan tedavi ve hemşire hizmetleri,
- 6) Güzellik, kulak delme ve dövme merkezleri,
- 7) Eczaneler,

- 8) Ambulans hizmetleri,
- 9) Hayvanat bahçeleri.

### 1.2.2. Tıbbi Atık Kompozisyonu

Tıbbi atıkların çoğu, normal evsel atıklardan daha tehlikeli değildir. Ancak bazıları insan sağlığı açısından büyük risk oluştururlar.

Tıbbi atık kompozisyonunu, Dünya Sağlık Teşkilatı verilerine göre, %80 evsel nitelikli genel atıklar, %15 patolojik ve enfekte atıklar, %1 kesici-delici atıklar, %3 kimyasal ve farmasötik atıklar, %1 den daha azıda radyoaktif veya sitotoksik atık, basınçlı kaplar veya kırık termometreler ve kullanılmış piller gibi özel atıklar oluşturmaktadır. [1]

### 1.2.3. Tıbbi Atık Üretimi

Hastanelerde oluşan atık miktarı ülkenin gelişmişlik düzeyiyle paralellik göstermektedir. Tablo 1.1’de gelir düzeyine göre oluşan tıbbi atık miktarları gösterilmiştir. Gelir düzeyinin artmasıyla atık miktarının da arttığı görülmektedir. Evsel atıklar ve enfekte atıklar birbirine karıştırılmadan toplanmalıdır. Ayrı toplanmıyorsa hastanenin tüm atıklarının enfekte özellikte olduğu kabul edilir. [2]

Tablo 1.1 Ulusal Gelir Düzeyine Göre Tıbbi Atık Üretimi [3]

Ulusal gelir düzeyi	Yıllık atık üretimi (kg / kişi)
<b>Yüksek gelirli ülkeler</b>	
-Tüm tıbbi atıklar	1.1 –12.0
-Tehlikeli tıbbi atıklar	0.4 – 5.5
<b>Orta gelirli ülkeler</b>	
-Tüm tıbbi atıklar	0.8 – 6.0
-Tehlikeli tıbbi atıklar	0.3 – 0.4
<b>Düşük gelirli ülkeler</b>	
Tüm tıbbi atıklar	0.5 – 3.0

Gelişmişlik düzeyine göre bazı ülke hastanelerinde oluşan tıbbi atık miktarları ile yatak sayısı arasındaki ilişki Tablo 1.2 de görülmektedir.

Tablo 1.2 Bazı Ülke Hastanelerindeki, Yatak Sayısı, Verilen Hizmet ve Atık Miktarı Arasındaki İlişki [4]

Araştırmanın Yapıldığı Ülke	Sağlık Kuruluşunun Türü	Yatak Sayısı	Atık Miktarı Kg/g.yatak
İngiltere (WHO, 1983)	Yaşlı Bakım	-	1,2
	Ruhsal	-	1,6
	Genel	-	2,8
	Doğum	-	3,4
Hollanda (WHO, 1983)	Üniversite Araştırma Hastaneleri ve Genel Hastaneler	900-1000	4,2
		800-900	6,5
		600-700	2,7
		300-400	2,3
	Tıp Merkezleri	100'den az	5,0
	Ruh Hastalıkları Merkezleri	100-200 800-900 400-500	6,0 1,3 1,2
Amerika (WHO, 1983)	Genel	500'den az	5,24
		500'den çok	4,10
Pakistan (EPA, 1990)	7 Şehir 48 Hastanede Yapılan Bir Araştırma	13493 Toplam	1,06 Ort.
Amerika (Li, 1993)	-	-	10
Amerika (EPA, 1986)			7
Taiwan (Arian, 1980)			2,5-4
Türkiye Hacettepe Hastanesi	Genel	1219	1,42
Özel Ankara (Bayındır) Hastanesi		170	1,95

Gelişmekte olan ülkelerde atık miktarlarının daha az olduğu gelişmişlik düzeyinin artmasıyla tıbbi atık miktarlarının da arttığı Tablo 1.2 de görülmektedir. Türkiye’ de yatak başına günlük atık miktarı Hacettepe hastanesinde 1,42 kg olurken, gelişmiş bir ülke olan Hollanda’da 4,2 kg ‘ma çıkmaktadır.

### 1.3. TIBBİ ATIKLARIN NEDEN OLABİLECEĞİ OLUMSUZLUKLAR

Tıbbi atıklar üretiminden bertaraf edilmesine kadar geçen süreçte çevre ve insanlarla doğrudan ya da dolaylı etkileşim içindedir. Bu etkileşim biyolojik, kimyasal ve fiziksel olabilmektedir.

Tıbbi atıklar hastalık yapıcı ve bulaştırıcı maddelerle doğrudan, fare, sinek v.b. canlılarla dolaylı olarak çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilerler.

Veba, kolera, dizanteri v.b. hastalıklar biyolojik, taşınma, depolanma alanlarında meydana gelen sızıntı suları nedeniyle kimyasal, gelişigüzel atımları sonucu insan ve hayvanların maruz kaldıkları yaralanmalarla fiziksel olumsuzluklara neden olurlar.

Tıbbi atıkların daha fazla zarar verdiği insanlar genelde hekimler, hemşireler, hasta bakıcıları, diğer hastane personeli, hastalar, ziyaretçiler, hastane içi temizlik personeli, atık naklinde görevli belediye personeli, atıkların bertaraf edilmesinde görevli personel, çöplerden ambalaj atıklarını ayıran ayrıştırıcılarıdır.[5]

Kontamine şırıngaların yol açtığı Hepatit B, Hepatit C ve HIV enfeksiyonlarının, toplam enfeksiyonlara olan oranları Tablo 1.3’de gösterilmektedir.

Tablo 1.3: Kontamine Şırıngaların Yol Açtığı Hastalıklar [6]

21 milyon Hepatit B (HBV) enfeksiyonu, ( Tüm yeni enfeksiyonların % 32’ si )
2 milyon Hepatit C (HCV) enfeksiyonu, ( Tüm yeni enfeksiyonların % 40’ ı )
260.000 HIV enfeksiyonu, ( Tüm yeni enfeksiyonların % 5’ i )

## 1.4. ÜNİTE İÇİ TIBBİ ATIK YÖNETİMİ, MEVZUAT

Tıbbi atıkların kontrolü yönetmeliği 22.07.2005 tarih ve 25883 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Tıbbi atıkların her aşaması, iyi bir atık yönetim planı doğrultusunda yönetilmelidir. Bu şekilde atık miktarının azaltılması, maliyetlerin kısılması ve tıbbi atıkların zararının en aza indirilmesi sağlanabilir.

### 1.4.1. Atıkların Ayrı Biriktirilmesi

Sağlık kuruluşlarında üretilen atıkların kompozisyonuna bakıldığında %80'nin evsel atık özelliği taşıdığı görülmektedir. Geri kalan %20'lik atık miktarı ise özel işlem gerektiren atıklardır.

Üniteler bu özel atıklardan kaynaklanan sorunları en aza indirmek için atıkları kaynağında azaltarak biriktirmelidir. Şekil 1.1 ile Şekil 1.2'de evsel ve tıbbi atıkların ayrı poşet ve kaplarda biriktirilmesi gösterilmiştir.

Şekil 1.1: Evsel Atıkların Mavi Torbalarda Ayrı Toplanması [7]



**Şekil 1.2: Tıbbi Atıkların Kırmızı Torbalarda Ayrı Toplanması [7]**



#### **1.4.2. Atıkların sınıflandırılması**

Sağlık kuruluşlarından kaynaklanan atıklar evsel, tıbbi, tehlikeli ve radyoaktif olarak dört başlıkta sınıflandırılmaktadır. Evsel atıklar genel evsel atıklar ve ambalaj atıklar olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Tıbbi atıklar da yine enfeksiyöz atıklar, patolojik atıklar ve kesici-delici atıklar olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Tablo 1.4’de bu atık sınıfları ve atıklara örnekler verilmektedir.

Tablo 1.4: Sağlık Kuruluşlarından Kaynaklanan Atıkların Sınıflandırılması [8]

EVSEL NİTELİKLİ ATIKLAR (20 03* ve 15 01*)		TIBBİ ATIKLAR (18 01 * ve 18 02*)		TEHLİKELİ ATIKLAR		RADYOAKTİF ATIKLAR	
A: Genel Atıklar 20 03 01*	B: Ambalaj Atıkları 15 01 01*,15 01 02* 15 01 04*,15 01 05* 15 01 06*,15 01 07*	C:Enfeksiyöz atıklar 18 01 03* ve 18 02 02*	D:Patolojik Atıklar 18 01 02*	E: Kesici Delici Atıklar 18 01 01* ve 18 02 01*	F: Tehlikeli Atıklar 18 01 06*,18 01 08* 18 01 10*,18 02 05* 18 02 07*	G: Radyoaktif Atıklar	
Sağlıklı insanların bulunduğu kısımlar, hasta olmayanların muayene edildiği bölümler, ilk yardım alanları, idari birimler, temizlik hizmetleri, Mutfaqlar, ambar ve atölyelerden gelen atıklar: B,C,D,E,F,VE G gruplarında ambarlar hariç, tıbbi merkezlerden kaynaklanan tüm atıklar	Tüm idari birimler, mutfak, ambar, atölye v.s. den kaynaklanan tekrar kullanılabilir, geri kazanılabilir atıklar: - Kağıt - Karton - Mukavva - Plastik - Cam - Metal v.b.	Enfeksiyöz ajanların yayılımını önlemek için taşınması ve imhası için özel uygulamaya gerektiren atıklar: Başlıca kaynakları: I. Mikrobiyolojik laboratuvar atıkları -Kültür ve stoklar -İnfeksiyöz vücut sıvıları -Serolojik atıklar -Diğer kontamine laboratuvar atıkları (lam-lamel, pipet, petri v.b.) II. Kan kan ürünleri ve bunlarla kontamine olmuş nesnelere. III.Kullanılmış ameliyat giysileri (kumaş, önlük ve eldiven v.b.) IV. Diyaliz atıkları (atık su ve ekipmanları) V. Karantina atıkları VI. Bakteri ve virüs içeren hava filtreleri VII. Enfekte deney hayvanları, leşleri, organ parçaları, kam ve bunlarla temas eden tüm nesnelere.	Anatomik atık dokular, organ ve vücut parçaları ile ameliyat, otopsi v.b. Tıbbi müdahale ortaya çıkan vücut sıvıları: - Ameliyathaneler, morg, otopsi, adli tıp gibi yerlerden kaynaklanan vücut parçaları, organik parçalar, plasenta, kesik uzuvlar v.b. (İnsani patolojik atıklar) - Biyolojik deneylerde kullanılan kobay leşleri	Batma, delme, sıyrık ve Yaralanmalara neden olabilecek atıklar: - Enjektör iğnesi - İğne içeren diğer kesiciler - Bistüri - Lam-lamel - Cam pastör pipeti - Kırılmış diğer cam v.b.	Fiziksel veya kimyasal özelliklerinden dolayı ya da yasal nedenlerle işlemeyle özel işlemle atılacak atıklar Tehlikeli Kimyasallar Siyotoksik ve siyostatik ilaçlar Amalgam atıkları Genotoksik ve siyotoksik atıklar Farmasotik atıklar Ağır metal içeren atıklar Basınçlı kaplar	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu mevzuatı hükümlerine göre toplanarak uzaklaştırılır.	



### **1.4.3. Ünite İçi Atık Yönetim Planı**

Üniteler Tablo 1.4' de sınıflandırılmış olan atıkların;  
Kaynağında ayrı toplanması ve biriktirilmesi,  
Atıkların toplanması ve taşınmasında kullanılacak ekipman ve araçlar,  
Atık miktarı,  
Toplama sıklığı,  
Geçici depolama sistemleri,  
Toplama ekipmanlarının temizliği ve dezenfeksiyonu,  
Kaza anında alınacak önlemler ve yapılacak işlemler,  
Sorumlu personelin eğitimi,  
başta olmak üzere detaylı bilgi içeren yönetim planını hazırlayıp uygulayarak bu atıkların üretim miktarları ve yol açtıkları zararları azaltırlar. [8]

### **1.4.4. Tıbbi Atıkların Ayrı Toplanması ve Biriktirilmesi**

Ünitelerde evsel nitelikli atıklar siyah renkli poşetlerde toplanmalıdır. Bu atıkların biriktirilmesinde kesinlikle tıbbi atıklarla karıştırılmaması gerekir. Tıbbi atıkların toplanmasında yırtılmaya, delinmeye, patlamaya ve taşımaya dayanıklı; orijinal orta yoğunluklu, polietilen hammaddeden sızdırmaz, çift taban dikişli ve körüksüz olarak üretilen, çift kat, kalınlığı 100 mikron olan, en az 10 kilogram kaldırma kapasiteli, üzerinde görülebilecek büyüklükte ve her iki yüzünde uluslar arası “Biyotehlike” amblemi ile “DİKKAT TIBBİ ATIKLAR” ibaresini taşıyan kırmızı renkli plastik torbalar kullanılır. Torbalar en fazla  $\frac{3}{4}$  oranında doldurulur.

Sıvı tıbbi atıklar uygun emici maddelerle yoğunlaştırıldıktan sonra torbalara konulur.

Kesici ve delici özellikteki atıklar, Şekil 1.3'deki gibi delinmeye, yırtılmaya, kırılmaya ve patlamaya dayanıklı, su geçirmez ve sızdırmaz plastik veya aynı özellikte lamine karton kutulara konulur.[8]

Şekil 1.3: Kesici/Delici Tıbbi Atıklar İçin Enfekte Atık Kutuları [7]



#### 1.4.5. Tıbbi Atıkların Ünite İçinde Taşınması

Tıbbi atıklar bu iş için görevli ve eğitimli personel tarafından tekerlekli, kapaklı, paslanmaz, metal, plastik veya benzeri malzemeden yapılmış, yükleme-boşaltma esnasında torbaların delinmesine, yırtılmasına neden olmayacak şekilde keskin kenarları olmayan, yüklenmesi, temizlenmesi, boşaltımı kolay ve sadece bu işte kullanılan araçlar ile ( Şekil 1.4) toplanıp taşınırlar.

Araçların rengi turuncu ve üzerinde tıbbi atıklara ait olduğuna dair yazı ve işaret bulunur. Tıbbi atıklar ağızları bağlı halde, sıkıştırılmadan araçlara alınır. El ve vücut temasından kaçınılır.

Taşıyıcı personelin elbise, eldiven, ayakkabı ve diğer iş malzemesinin tıbbi atık taşınmasına uygun olmasına dikkat edilir.

Şekil 1.4: Üniteler Arası Tıbbi Atık Taşıma Aracı [7]



#### 1.4.6. Tıbbi Atıkların Geçici Depolanması

Ayrı poşetlerde toplanarak biriktirilen ve sonra ilgili personel tarafından taşınan tıbbi atıklar 20 yatak üzeri sağlık kuruluşlarında kurulması zorunlu olan geçici atık depolarına getirilir. 20 Yatak altında olan üreticiler için geçici atık deposu olarak konteynerler kullanılır ya da en yakın geçici atık deposu olan sağlık kuruluşundan yararlanılır.

Atıklar geçici atık depoları ya da konteynerlerde 48 saatten fazla bekletilmez. Ancak sıcaklığın 4 °C altında muhafaza edilmesi koşuluyla bir hafta bekletilebilir.

Geçici atık depoları iki bölme olarak, bir bölümü evsel atıklar, diğeri tıbbi atıklar için inşa edilir. Hacmi en az iki günlük atık alacak şekilde olur. Deponun tabanı ve duvarları sağlam, geçirimsiz, mikroorganizma ve kir tutmayan, özelliklerde olur. Depo kapıları dışarı açılır özellikte ve üzerinde tıbbi atık işareti ile yazısı bulunur. [8]

Geçici atık depoları insan trafiğinin uzak olduğu yerde ve atık toplama araçlarının rahatça yanaşabileceği bir yerde inşa edilir.

Mücadir alan sınırları içinde belediye, dışında da valiliklerden geçici atık depoları için ruhsat alınır.

#### **1.4.7. Tıbbi Atık Ekipmanlarının Dezenfeksiyonu**

Enfekte atıkların taşınmasında kullanılan konteynerler her defasında yıkanarak dezenfekte edilir. Dezenfeksiyonla ilgili başvurulacak yöntemlerle ilgili olarak,

En az 85 °C’de sıcak su ile minimum 15 saniye muamele,

En az 3 dakika süre ile aşağıdaki kimyasallar kullanılarak iç yüzeylerin silinmesi veya kimyasalların içine daldırılması

Hipoklorid çözeltisi

Fenol çözeltisi,

Lodoform çözeltisi

Amonyum çözeltisi

#### **1.4.8. Tıbbi Atıklarla İlgilenen Personelin Eğitimi**

Eğitimle ilgili kurslar bu konuda uzmanlaşmış kişilerce verilir. Bu kurslarda öncelikli olarak şu konular işlenir.

Personelin bilgilendirilmesi ve motivasyonu,

Atıkların tanınması ve sınıflandırılması,

Atıkların kaynağında sınıflarına göre ayrılması ve biriktirilmesi,

Uygun ekipman ve malzeme kullanımı,

Personel için kullanılacak malzeme, ekipman,

Temizlik, dezenfeksiyon,

Geçici depolama,

İlk yardım

## **1.5. TIBBİ ATIKLARIN BERTARAF ALANINA TAŞINMASI**

Üreticiler tarafından ünite içerisinde toplanarak ayrı biriktirilen tıbbi atıklar, belediyeler ya da yetki devri yaptıkları yüklenici firmalar tarafından araçla alınır ve bertaraf alanına nakledilir. Atıkların alımı ve bertaraf tesisine teslimi kayıt altına alınır. Atıkların üreticilerden alınması, taşınması ve bertaraf alanına teslimi bir yönetim planı çerçevesinde özel donanımlı araçlarla yapılır. Araçların bu özel donanımları alacakları lisansla belgelendirilir.

### **1.5.1. Tıbbi Atık Yönetim Planı**

Yönetim planı ilgili belediye tarafından hazırlanarak, çevre ve orman il müdürlüklerine teslim edilir. Her yıl da revize edilen kısımlar hakkında bilgi verilerek düzeltim yapılır.

Yönetim planının ilk bölümünde, ilgili belediyenin adı, adresi, telefon ve fax numaraları ile tıbbi atıkların yönetiminden sorumlu olan kişi ve irtibat telefonlarının yer aldığı genel bilgiler bulunur.

İkinci bölümde ise, tıbbi atık üreticilerinin isim, adres, telefon, yatak sayısı, geçici atık deposunun olup olmadığı, atık miktarı, taşımada kullanılan araçların plaka, kapasite, lisans numaraları, atık alınma sıklıkları ve güzergah krokisi, görevli şoför ve işçilerin isim bilgileri ve kullandıkları ekipmanlar, atıkların tesliminin yapıldığı bertaraf alanının adresi ve bertaraf şekli, taşımada kullanılacak ekipmanların temizliği ve kullanılan dezenfektanlar ile kullanım sıklığı, kaza olması durumunda alınacak önlemler, kayıt tutulması ve raporlaması gibi bilgiler bulunur.

### **1.5.2. Tıbbi Atık Taşıma Aracı Özellikleri**

Atık konulan arka bölme tamamen kapalı, sızdırmaz, kolay temizlenebilir, düzgün yüzeyli, paslanmaz, atık poşetlerinin yükleme/boşaltma esnasında yırtılmasına, patlamasına neden olacak keskin, dik köşeler içermez ve kaza anında zarar görmeyecek sağlamlıkta olur.

Şoför kabini ile atık konulan arka kasa arasında boşluk bulunur, atıkların sıkıştırılmasına neden olacak sistem kullanılmaz.

Araç dış yüzeyi turuncu renkte ve sağ, sol, arka yüzeyde siyah renkte, görülebilir uluslar arası biyotehlike amblemi ve Dikkat! Tıbbi Atık İbaresini alır.

### **1.5.3. Tıbbi Atık Taşıma Lisansı**

Tıbbi atık araçlarının teknik özelliklerini T.S.E.'nde belgeleyen taşıt sahipleri, araç kullanıcısı personelinin de tehlikeli atık taşıma araç kullanma belgesi almaları için eğitim görmelerini ve sertifika almalarını sağlar.

Tıbbi atık taşıyan araçlara lisans alınması kanuni zorunluluktur. Lisans, talepte bulunan firma ve başvuru araca 3 yıl geçerli olacak şekilde verilir. Lisans başka bir kuruma devredilmez.

Valiliklere yapılan başvuru dosyasında, aracın sahibi olan kurum/kuruluşun adı, telefonu, faksı, adresi, aracın tipi, plakası, şasi numarası, araç sahibinin adı, iş adresi ve telefon numarası, taşınacak atıkların fiziksel, kimyasal özellikleri, kaza anında alınacak tedbirler, ilk yardım malzemeleri, gerekli acil yardım telefonları, araç özelliklerini içeren teknik rapor, T.S.E.'nden alınan Karayollarında Tehlikeli Atık Taşınması Yönetmeliği'ne uygun "Uygunluk Belgesi" bulunur.

### **1.5.4. Kayıt Tutulması**

Üreticilerden lisanslı araçla alınan tıbbi atıklar alım esnasında tartılır ve kayıt edilir.

Makbuz üzerinde atığı üreten üreticinin ismi, adresi, sorumlu kişi isim ve telefon bilgileri, tarih, atık miktarı ile taşıyıcı firmanın ismi, şoförün ismi, aracın plakası, lisans numarası ve bertaraf tesisi ile ilgili bilgiler yer alır.

Belgeler 3 nüsha olarak, üretici, taşıyıcı ve bertaraf tesisinde kalacak şekilde düzenlenir. Makbuzların bir yıl kadar muhafaza edilmesi zorunludur.

## BÖLÜM II

### TIBBİ ATIKLARIN BERTARAF YÖNTEMLERİ

Tıbbi atıkların nihai bertaraf edilmesindeki amaç, tehlikeli olmayan maddelere dönüştürülerek insan ve çevre sağlığını korumaktır.[9] Tıbbi atıklar için kullanılan bertaraf etme yöntemleri kimyasal dezenfeksiyon, otoklavlama, mikrodalga, düzenli depolama, mikrodalga radyasyon ve yakmadır.[10]

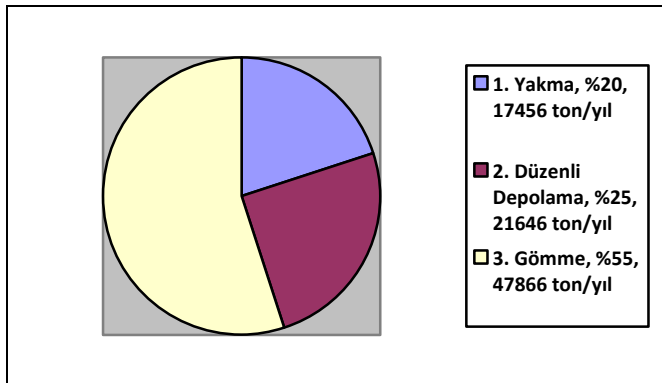
Ülkemizde, yataklı ve ayakta tedavi hizmeti veren sağlık kuruluşlarında oluşan tıbbi atık miktarları Tablo 2.1 de verilmektedir. Tablodan ortaya çıkan atıkların yaklaşık %90 ‘gibi önemli kısmının yataklı tedavi kurumlarından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Tablo 2.1: Yataklı ve Ayakta Tedavi Hizmeti Veren Sağlık Kuruluşlarında 2007 Yılında Oluşan Tıbbi Atık Miktarı [11]

	Tıbbi Atık Miktarı ( ton / gün )	Tıbbi Atık Miktarı ( ton / yıl )
Yataklı tedavi kurumları	212,58	77593,21
Ayakta tedavi hizmetleri	25,68	9375,09
Toplam	238,26	86968,3

Ülkemizde 2007 yılında oluşan 86968,3 ton tıbbi atığın hangi yöntemlerle bertaraf edildiği ise Şekil 2.1 de verilmektedir.

Şekil 2.1: Tıbbi Atıkların Bertaraf Durumu, 2007 [12]



2008 Yılından itibaren tıbbi atıklar Şekil 2.1’ de gösterilen durumlara ilave olarak sterilizasyon yöntemiyle de bertaraf edilmeye başlanmıştır.

## 2.1. Tıbbi Atıkların Yakılarak Bertaraf Edilmesi

Tıbbi atıkların yakılarak bertaraf edilmesi sanayileşmiş Ülkelerde, uzun zamandan beri başvurulan bir yöntemdir. Ancak son yıllarda çok değişik maddelerden oluşan bu atıkların yakılması sonucu önemli çevre kirliliğine neden olunabileceği ortaya çıkmış, seçilen yöntemlerin etkinliği daha titiz bir şekilde incelenmeye başlanmıştır.

Tıbbi atıkların en etkili ve güvenli bertaraf yöntemi yakma olmakla birlikte, gerçek anlamda bir yakma tesisinin, yatırım ve işletme maliyetinin yüksekliği, başta dioksin ve furan olmak üzere yanma sonucu oluşacak baca gazlarının, arıtılmasında yaşanacak zorluklar, bu gazların ölçümü, analizi ve arıtılmasının ileri teknoloji ve yüksek maliyet gerektirmesi, prosten çıkan ve tehlikeli atık olarak kabul edilen küllerin de uygun bir depolama alanında bertaraf edilmesi zorunluluğu gibi etkenler nedeniyle, tıbbi atıkların yakılarak bertaraf edilmesinin, hali hazırda Ülkemiz şartlarına uygun olmayacağı düşünülmektedir. Şekil 2.2’de örnek bir yakma tesisinin dıştan görünüşü görülmektedir. Bakanlık verilerine göre, İstanbul, Kocaeli ve Adapazarı illerinde yakılarak bertaraf edilen tıbbi atık miktarı 17456 ton/yıl olup, bu rakam Ülke genelinde oluşan tıbbi atıkların %20’ine karşılık gelmektedir. (Tablo 2.2). Adapazarı’nda yakma tesisi bulunmamakla birlikte, bu il merkezinde oluşan tıbbi atıklar İZAYDAŞ’a taşınarak bertaraf edilmektedir.

Tablo 2.2: Tıbbi Atıkların Yakılarak Bertaraf Edildiği İller, 2007 [11]

SIRA NO	İL	TIBBİ ATIK MİKTARI		BERTARAF YÖNTEMİ	TESİS SAHİBİ
		kg/gün	kg/yıl		
1	KOCAELİ	3645,82	1330724,91	YAKMA	KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
2	ADAPAZARI	1659,54	605733,75	YAKMA	KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
3	İSTANBUL	42519,27	15519534,69	YAKMA	İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
	TOPLAM	47824,63	17455993,35		





Şekil 2.2 Tıbbi Atık Yakma Tesisi, Odayeri, İSTAÇ

Tıbbi atıkların yakılarak bertaraf edilmesinde kullanılabilir üç yöntem, excess air (fazla hava), starved air (az hava) ve piroliz yöntemleridir.

Piroliz yöntemi organik maddenin oksijen yokluğunda ısıtılarak basit bileşenlerine parçalanması olayıdır. Doğru uygulanan piroliz yönteminde sisteme ya hiç hava verilmez ya da ancak prosesin yürütmesi için gerekli ısının temininde zorunlu olan oksijen miktarı verilir. Isının etkisi ile bertaraf edilmek istenilen atıklar, yanıcı atık gaz ile bir miktar katı atığa dönüşür. Piroliz yönteminin en önemli avantajı düşük oksijen ihtiyacıdır. Bu şekilde insineratör daha küçük boyutlandırılabilirken aynı zamanda işletme esnasında daha az yakıt ihtiyacı duyulur. Buna karşılık bu sistemin gereklerinin sağlanması çok güçtür. Örneğin çok pahalı ve kompleks önlemler kullanmadan insineratöre hava girişini önlemek çok zordur. [12]

Proses esnasında, atıkların cins ve bileşimine göre, stokiyometrik olarak hesap edilen, ideal, oksijen (hava) miktarı ile çalışılması durumunda bu atıkların teorik olarak tamamen bertaraf edilmesi söz konusudur. Ancak hiçbir cihaz % 100 verimle çalışmadığından, atığın tamamen yakılabilmesi için stokiyometrik hesap edilenden (% 100) daha fazla oksijene (havaya) ihtiyaç duyulacağı açıktır. Bu yöntem fazla hava “excess air” yöntemi olarak tariflenir ve yanma odasına ideal olarak hesaplanandan daha fazla oksijen verilir. Bu yöntemle çalışan bir insineratörde yakma odasında hesaplanandan % 75 - % 200 daha fazla hava verilir. Bu sistemlerin havalandırma fanları stokiyometrik hava ihtiyacının % 175 - % 300 fazlasını temin edebilecek şekilde boyutlandırılırlar. [13]

“Starved air” yöntemi, hakiki piroliz yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir. Stokiyometrik olarak hesaplanan hava miktarının % 60 - % 90'nı birinci yanma odasına enjekte edilir. Atık gazdaki organik maddelerin yanması ise ikinci yanma odasında “excess

air” yöntemi ile gerçekleşir. Birinci yanma odasına tam yanma için gerekli olandan daha az hava verilmesi ile bu odadan taşınan partikül madde miktarı da düşük tutulmuş olur. Starved air yönteminin bu önemli özelliği ile özel emisyon kontrolüne gerek duyulmaması sağlanmıştır. Bu yöntemin diğer bir özelliği de yanma odasının sıcaklığının kontrol edilebilir olmasıdır. [12]

Yakma sistemleri büyükşehirlerde büyükşehir belediyeleri, büyükşehir belediyesi olmayan yerlere ise belediyeler veya yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar tarafından kurulur ve işletilir. Eysel nitelikli atıkların yakılması için kurulan yakma tesisleri tıbbi atıkların yakılması için kullanılmaz. Üniteler tarafından münferit yakma tesisleri kurulamaz ve işletilemez.[8]

Tıbbi atıkların yakılarak bertaraf edilmesinde, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin yakma ile ilgili maddelerinde belirtilen esaslara uyulur.

## **2.2. Tıbbi Atıkların Düzenli Depolanarak Bertaraf Edilmesi**

Ülkemiz tıbbi atıkların düzenli depolama alanlarına depolanması teknik kriterlere uymak şartıyla mümkündür. Vahşi depolama alanlarında ya da açık alanlarda gelişigüzel dökülmesine nazaran tıbbi atıkların düzenli olarak depolanmaları çok daha az risk taşır. Tıbbi atıkların düzenli depolayarak bertaraf eden iller Tablo 2.3' de gösterilmiştir. Bu illerden Bursa temmuz 2008, Gaziantep mayıs 2009 itibariyle atıkların sterilizasyon yöntemiyle bertaraf etmeye başlamıştır.

Tıbbi atıklar, tehlikeli atık depolama alanlarının özel bir bölümünde, tehlikeli atıklardan ayrı olarak, evsel atık depolama alanlarında, evsel atıklardan ayrı olarak sadece tıbbi atıklar için ayrılmış özel alanlarda depolanarak bertaraf edilirler. Düzenli depolama tesisleri, karstik bölgelerde, yeraltı yer üstü su koruma bölgelerinde, taşkın riski olan bölgelerde, heyelan, çığ, erozyon bölgelerinde kurulamaz. Yer seçiminde her türlü zemin hareketleri, rüzgar, trafik durumu dikkate alınır. En yakın yerleşim yerine mesafesi en az 1000m olur. Bakanlık görüşüyle bu mesafe kriterleri sağlaması şartıyla düşürülebilir. Tıbbi atıkların depolandığı alanın depo tabanı teşkili (Şekil 2.3) ve sızıntı suyunun toplanması Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre yapılır. Depolama alanına tıbbi atıklar sıkıştırılmadan doldurulur. Günlük olarak atıkların üzeri önce kireç daha sonra 30 cm toprak ile örtülür. Tıbbi atık depolama alanları dolmasından itibaren 20 yıl süre ile denetlenir ve 50 yıl süre boyunca iskana açılmasına izin verilmez.[8]



Şekil 2.3: Düzenli Depolama Sahası, Depolama Tabanı, Denizli [14]

Depolama yöntemiyle bertaraf edilen tıbbi atıkların, özellikle yakın çevrede bulunan insanlara, hayvanlara patojen yayma olasılığı bulunmaktadır. Vahşi depolama alanlarında ise ayıklama yaparak geçimini sağlayan insanlar için önemli bir risk oluşturmaktadır.

Avrupa Birliği mevzuatı enfekte atıkların doğrudan düzenli depolama sahalarına gömülmesini yasaklamaktadır.[15]

Tablo 2.3: Tıbbi Atıkların Düzenli Depolayarak Bertaraf Eden İller [11]

Sıra No:	İl:	Tıbbi Atık Miktarı:		Bertaraf Yöntemi	Tesis Sahibi
		kg/gün	kg/yıl		
1	Ankara	24945,04	9104939,40	Düzenli Depolama	Ankara B. Belediyesi
2	Bursa	8320,94	3037144,85	Düzenli Depolama	Bursa B. Belediyesi
3	İzmir	14464,19	5279430,32	Düzenli Depolama	İzmir B. Belediyesi
4	Gaziantep	4949,62	1806611,45	Düzenli Depolama	Gaziantep B. Belediyesi
5	Denizli	2954,79	1078498,81	Düzenli Depolama	Denizli Belediyesi
6	Malatya	2891,64	1055448,41	Düzenli Depolama	Malatya Belediyesi
7	Erzincan	778,32	284085,29	Düzenli Depolama	Erzincan Belediyesi
	Toplam	59304,54	21646158,53		

### 2.3. Tıbbi Atıkların Kimyasal Dezenfeksiyon Yöntemiyle Bertaraf Edilmesi

Atıklara kimyasal ilavesi yapılarak içerdikleri patojenler etkisiz hale getirilir veya öldürülür. Bu işlem genellikle sterilizasyondan daha ziyade dezenfektasyon işlemidir. Kimyasal dezenfektasyon daha çok kan, sidik, dışkı veya hastane lağımı gibi sıvı atıkların işlenmesi için uygundur.

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 dezenfektasyon işlemi çevre problemlerinin oluşmasına neden olabilir.

Tıbbi atıkların dezenfeksiyonunda yaygın olarak kullanılan kimyasal maddeler aşağıda verilmiştir.[16]

Formaldehit (HCHO),

Etilen oksit (CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>),

Glutaraldehit (CHO-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-CHO),

Sodyumhipoklorit (NaOCL),

Klordioksit (ClO<sub>2</sub>)

#### 2.4. Tıbbi Atıkların Mikrodalga Yöntemiyle Bertaraf Edilmesi

Mikroorganizmaların çoğunluğu mikrodalga aktivitesinin (dalga boyu: 12,24; frekansı: 2450 MHz) olduğu durumlarda parçalanır. Atık önce nemlendirilir, sıcak buhar (110 oC) ile doymun hale getirilir. Atıklar toplama kabında 20-30 dakika kadar kalırlar. Prosesten önce atıklar parçalanarak ufalanır (hacim azaltılması % 80). Proses tam otomatik olup, tamamen kapalıdır ve koku emisyonu olmaz. Mikrodalga teknolojisi sıvı kan ve tehlikeli kimyasal maddeler için kullanılmaz. Şekil 2.4’de örnek bir mikrodalga bertaraf tesisi görünüşü verilmektedir.[17]



Şekil 2.4: Mikrodalga İşlemi Isı İletimi İle Tıbbi Atık Dezenfeksiyonu,[17]

#### 2.5. Tıbbi Atıkların Otoklav Yöntemiyle Bertaraf Edilmesi

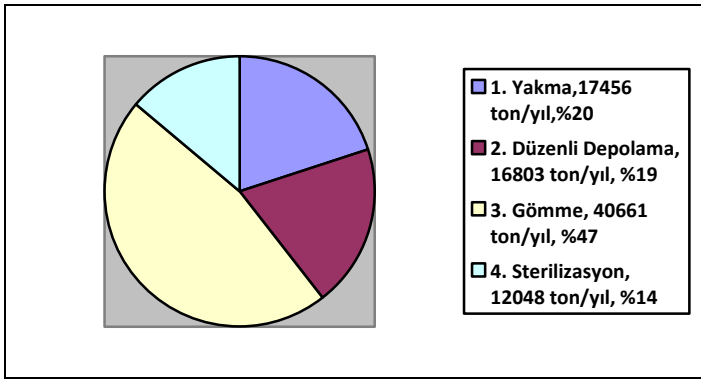
Basıncılı su buharı ile sterilizasyonun sağlandığı bertaraf metodudur. Sterilizasyon ortamında nem bulunduğundan sıcaklık transferi daha etkin ve hızlı olur. Sisteminin özellikleri kısaca şöyledir.

Tıbbi atık poşetleri silindirik şeklindeki kapalı reaksiyon odasına yönlendirilir. Sterilizasyon işlemi sonucu atık hacminde %70 civarında azalma olur. Sterilizasyon sonucunda atıklar inert maddedir ve depolama sahalarına gönderilir. Gözenekli ve buharın kolayca penetre olabildiği atıklar ve deliciler için uygundur. Patolojik, kimyasal ve düşük radyoaktifiteli atıkların bertaraf edilmesi için uygun değildir.

Ülkemizde tıbbi atıkların sterilizasyon yöntemiyle bertaraf edilmesi 2008 yılı itibariyle Edirne ilinde başlamıştır. Bir buçuk yıl gibi kısa sürede sekiz tesis daha lisans alarak atık bertaraf etmeye başlamıştır. Birçok il ise tesis kurulumu ve lisans alımı aşamasındadır. Tablo 2.4’de atıkların sterilizasyon yöntemiyle bertaraf eden illerin atık miktarları ve kullandıkları

sistemlerin atık parçalama yöntemiyle ilgili bilgiler verilmektedir. Atık miktarları, ilgili belediyelerin sorumlu müdürlükleriyle yapılan görüşmeler neticesinde elde edilmiştir. Böylece sterilizasyon yöntemiyle yıllık atık bertaraf miktarı, yaklaşık olarak 12048 ton/yıl civarında olmaktadır. Bursa ve Gaziantep illerinin tıbbi atıklarını daha önce düzenli depolama alanlarında bertaraf ettiği ve bu miktarın 4843 ton/yıl olduğu bilinmektedir. (Tablo 2.3) Böylece tıbbi atıkların bertaraf durumu Mayıs/2009 verileriyle yaklaşık olarak Şekil 2.5' de ki gibi olmaktadır.

Şekil 2.5: Tıbbi Atıkların Bertaraf Durumu, 2009 / Mayıs



Ülkemizde tıbbi atıkların bertaraf ediliş yöntemleri incelendiğinde, gömerek bertaraf etmek mevzuata uygun olmamasına rağmen halen en yüksek oranda (% 47) bertaraf etme yöntemi olmaktadır. Alternatif bertaraf yönteminin hızlı şekilde yaygınlaşması halinde kısa sürede bu eksikliğin giderileceğini tahmin edebiliriz.

Tablo 2.4: Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisleri

Sıra No :	İl: Atık miktarı: (ton/yıl)	Tesis İşleticisi:	Tesisin Adresi:	Atık Parçalama Yöntemi:	İzin Tarihi:
1	Edirne (389 ton/yıl)	Şafak Temizlik İnş.San. ve tic. Ltd. Şti.	Abdurrahman Mah. Dikilitaş Sok. No:42 Edirne	Önde	22.02.2008
2	Kayseri (1095ton/yıl)	Turanlar Çevre Tek. Müh. İnş. Taah. Ve Tic. Ltd. Şti.	Çöp Transfer İstasyonu Molu Köyü Yolu Kayseri	Önde	05.05.2008
3	Trabzon (1460ton/yıl)	Trabzon ve Rize İli Yerel Yönetimleri (TRABRİKAB)	Deliklitaş Transfer İstasyonu Trabzon	Önde	18.03.2008
4	Konya (1450 ton/yıl)	Biberci İn. Nak. Pet. San. ve Tic. Ltd. Şti.&Karaosmanoğlu Temizlik İnş. Tar.	Karatay İlçesi, Saraçoğlu Mah. Kaşınhanı Mevkii, Konya	Önde	11.07.2008
5	Bursa (3037ton/yıl)	Era Medikal ve Çevre Teknolojileri San. Tic. Ltd. Şti.	Osmangazi İlçesi, Hamitler Mah. Geçit Mevkii Bursa	Sonda	25.07.2008
6	Samsun (1825ton/yıl)	Samsun Büyükşehir Belediyesi	Aşağı Avdan Köyü, Merkez ilçe Samsun	Sonda	29.07.2008
7	Aydın (438 ton/yıl)	Aydın Belediyesi	İlıcabaşı Mah.Doğanköy Mevkii Aydın	Sonda	05.12.2008
8	Zonguldak (548ton/yıl)	Zonguldak Belediyesi	Merkez İlç Sofular Köyü Tombaklar Mevkii Zonguldak	Önde	16.03.2009
9	Gaziantep 1806ton/yıl)	Gaziantep Büyükşehir Belediyesi	Şahinbey İlçesi, Bağlarbaşı Köyü, Alıçlı Mevkii Gaziantep	Sonda	07.05.2009

Etkili tıbbi atık yönetimi aşamalı bir süreçtir. Düşük maliyetli, uygulaması kolay ve kritik sorunlar odaklı yaklaşımlar başlangıç için önemlidir. Alternatif tıbbi atık bertaraf yöntemleri hakkında önemli bilgi ve yaklaşık maliyet verileri Tablo 2.5’de görülmektedir.

Bu temelden başlanarak zamanla iyileştirmelerle, gelişmiş ilerici ülkelerin seviyelerine yaklaşılmalıdır.

Uygun bir tıbbi atık sterilizasyonu veya bertaraf teknoloji seçimi için aşağıdaki konuları göz önüne almak gerekir.[16]

1. Tıbbi atık türleri ve üretilen miktarları,
2. Sermaye, yatırım, işletme maliyetleri,
3. Kurulum ve alt yapı gereksinimleri,
4. Tıbbi atık hacmi ve kitle azaltma sorunları, depolama alanının etkisi, nihai bertarafı,
5. İş sağlığı ve güvenliği,
6. Eğitim ve çalışma şartları,
7. Yanma teknolojiler için izleme gereksinimleri,
8. Ülkeye özgü düzenleyici gereksinimler,
9. Çevreye etkileri (hava,su,toprak)
10. Yerel mevcut bertaraf teknolojileri,
11. Toplumca kabul edilebilirliği



Tablo 2.5 Alternatif Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemleri [18]

Buhar ile sanitasyon	Yüksek sıcaklığa sahip buhar ile dezenfeksiyon	Rotoklav	Mikrodalga sanitasyon	Kimyasal dezenfeksiyon
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tıbbi atık torbaları silindirik reaktöre yerleştirilir.</li> <li>Proses 30-90 dakika sürer. 30-190 °C (minimum 121 °C).</li> <li>100-500kPa basınç uygulanır.</li> <li>Hacim azaltılması %75</li> <li>Proses sonucu çıkan atık inert olup arazide depolanarak bertaraf edilebilir.</li> <li>Bu yöntem kimyasal, farmasotik veya patolojik atıklar için uygun değildir.</li> <li>İlk yatırım maliyetleri 20 dm<sup>3</sup> – 8 m<sup>3</sup> hacimler için 50 000 – 200 000 \$ civarındadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bu sistem ısıtılabilen bir parçalayıcı ve dezenfeksiyon ünitesinden oluşur.</li> <li>Dezenfeksiyon ünitesi atmosfer basıncında yüksek sıcaklıklara ulaşan buharın sıcaklığa dayanır.</li> <li>Bu buhar, parçalayıcı içerisinde, 480-700°C sıcaklığa ulaşır.</li> <li>Atıklar parçalayıcıda ufalanır. Atık hacmi %50 azalır.</li> <li>Bu teknoloji klorlu atıklar da dahil olmak üzere tüm atık tiplerine uygulanabilir.</li> <li>Sistem maliyeti 600 000-800 000 \$ / 250 yatak. İşletme maliyetleri ise 1,35 \$/kg atık civarındadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otoklav'ların modernize edilmiş şeklidir. Proses tam otomatik çalışır.</li> <li>Atıklar kapalı torbalar içerisinde doğrudan döner basınçlı hücre içine yerleştirilir.</li> <li>Sterilizasyon için su buharı kullanılır (basınç : 345 kPa, sıcaklık: 136°C)</li> <li>Hacim azaltması parçalayıcıdan sonra % 80 kadardır.</li> <li>Proses ortamı çıkan gazlar karbon filtrede tutulur. Kondanse su kanalizasyona verilir.</li> <li>Bu proses ile laboratuvar atıkları ve hayvan artıkları sterilize edilebilir. Kimyasal atıklar için uygun değildir.</li> <li>Sistem maliyeti 390 000 \$ - 1 700 000 \$, işletme maliyetleri 0,5 \$/kg'dır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikroorganizmaların çoğunluğu mikrodalga aktivitesinin (dalga boyu: 12,24; frekansı: 2450 MHz) olduğu durumlarda parçalanır.</li> <li>Atık önce nemlendirilir, sıcak buhar (110 °C) ile doygun hale getirilir. Atıklar toplama kabında 20-30 dakika kadar kalırlar.</li> <li>Prosessten önce atıklar parçalanarak ufalanır (hacim azaltılması % 80).</li> <li>Proses tam otomatik olup, tamamen kapalıdır ve koku emisyonu olmaz.</li> <li>Mikrodalga teknolojisi sıvı kan ve tehlikeli kimyasal maddeler için kullanılmaz.</li> <li>Sistem maliyeti 250 kg/saat atık için yakl. 500 000 \$ olup, işletme maliyeti 0,06 – 0,16 \$/kg'dır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En çok kullanılan dezenfektan maddeler aldehitler, klor bileşikleri, amonyum tuzları ve fenol bileşikleridir.</li> <li>İnsan ve hayvan vücut parçaları ile kimyasal atıklar kimyasal dezenfeksiyon için uygun değildirler.</li> <li>Bu teknoloji enfekte vücut sıvıları, mikrobiyal atıklar, kesici-delici aletler, tekrar kullanılabilir maddeler ile hastane kanalizasyon sisteminin dezenfeksiyonunda kullanılabilir.</li> <li>Dezenfeksiyon prosesinin parçalama ve ısıtma prosesi ile birleştirilmesi ile hacim azaltılması % 60 – 90'a ulaşabilir.</li> <li>Maliyetler seçilecek dezenfektan maddeler ile parçalama ekipmanına bağlıdır.</li> </ul>

### **BÖLÜM III.**

#### **TIBBİ ATIKLARIN EDİRNE İLİNDE BERTARAF EDİLMESİ**

Tıbbi atıklar, ülkemizin birçok ilinde olduğu gibi Edirne ilinde de evsel atıklarla birlikte, traktör ve çöp kamyonlarıyla toplanarak vahşi depolama alanına dökülüyordu. Genelde eski model olan araçlardan sızan suların sokak ve caddelerde hastalık oluşturma riski yanında, vahşi depolama alanına gelişigüzel dökülmeleri de canlı yaşamı için tehlike oluşturmaktaydı. Ekonomik değeri olan atıkları vahşi depolama alanında ayıklayarak geçimini sağlayan insanlar ve yiyecek arayan sokak hayvanları için bu atıklar çok büyük tehlike oluşturunuyordu. Tıbbi atıklar 2001 yılından sonra bu iş için ayrılan araçlarla, ayrı poşetlerde biriktirilmiş halde toplanmaya başlandı. Böylece şehir içinde sızıntı suyu nedeniyle oluşabilecek hastalık riski ortadan kalkmış oldu. Vahşi depolama alanında ise atıklar çukurlar kazılarak kireçlenip 2008 yılına kadar Şekil 3.1’ da görüldüğü gibi gömülmekteydi. Böylece vahşi depolama alanında sokak hayvanları tarafından temas ortadan kaldırılmış oluyordu.



Şekil 3.1 Vahşi Depolama Alanında Tıbbi Atıkların Gömülmesi, Edirne, 2005

2007 Yılından itibaren tıbbi atıkların sterilizasyon yöntemiyle bertaraf edilmesi fizibilite çalışmalarına başlandı. 2008 Yılında Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan alınan izinle (Ek.1), Edirne'de toplanan tıbbi atıkların sterilizasyon yöntemiyle bertaraf edilmesine geçildi. Böylece ilk lisanslı tıbbi atık sterilizasyon tesisi, Edirne ilinde kurulmuş oldu.

### 3.1. Edirne Merkez İlçede Oluşan Tıbbi Atık Miktarı ve Kaynakları

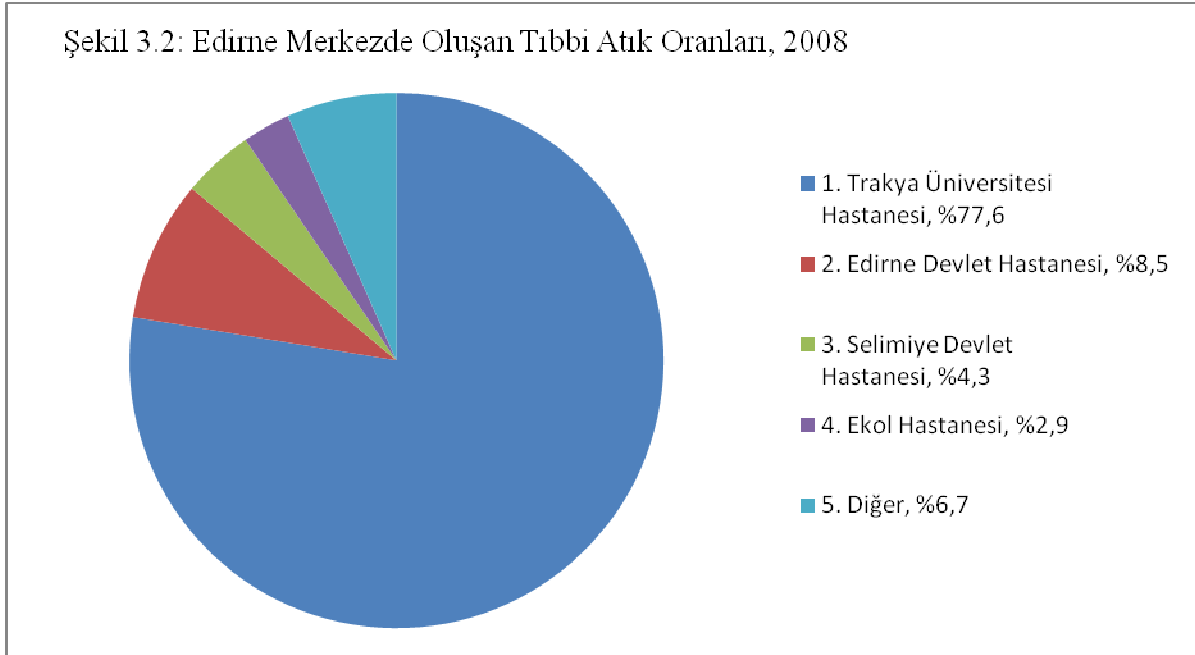
Edirne Merkez İlçe'de 2008 mart, 2009 şubat tarihleri arasında bir yıllık süre boyunca günlük tıbbi atık miktarları tasnif edilerek kayıt altına alınmıştır. Bu tarihten önce tıbbi atıkların tartımı yoktu. Tıbbi atık miktarı poşetlerin adetinin yaklaşık ağırlıkla çarpımıyla bulunuyordu.

Günlük fişlerin toplanması ve aylık olarak tablollaştırılması neticesinde tablo 3.2. oluşturuldu.

Tablo 3.2 incelendiğinde, Edirne merkezde oluşan tıbbi atıkların % 93,3 lük kısmının büyük miktarda tıbbi atık oluşturan sağlık kuruluşlarında, % 6,7 lik kısmının ise orta ve düşük miktarda tıbbi atık oluşturan sağlık kuruluşlarından kaynaklandığı görülmektedir.

Tıbbi atık miktarının en önemli kısmı ise, Trakya üniversitesi tıp fakültesi hastanesinde oluşmaktadır.(%77,6). Şekil 3.2

Trakya üniversitesi tıp fakültesi hastanesinde uygulanacak başarılı bir atık yönetim planı, aynı zamanda şehrin tıbbi atık yönetim planında başarılı olması anlamına gelecektir.



Edirne merkezde bulunan hastanelerin yatak sayısı 1396 adettir. Yirmi yatak kapasitesi üzeri hastaneler ve yatak kapasiteleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda, Edirne merkezde yatak başına düşen günlük atık miktarı 0,73 kg' dır. Yatak başına düşen tıbbi atık miktarı en fazla Trakya üniversitesi tıp fakültesinde (0,92 kg/yatak.gün), en düşük göğüs hastalıkları hastanesinde (0,15 kg/yatak.gün), oluşmaktadır.

Diğer bir yandan kişi başına düşen yıllık atık miktarı hesaplandığında;

Tıbbi Atık Miktarı	=	389435 kg/yıl	
Nüfus (Edirne Merkez)	=	138222 kişi [20]	
Yıllık Atık Miktarı	=	(389435 kg/yıl) / 138222 kişi	= 2,82 kg/kişi

olmaktadır.

Edirne merkezde yatak başına düşen günlük atık miktarı, Tablo 1.2.'de, bazı ülke hastanelerindeki yatak sayısı, verilen hizmet ve atık miktarı arasındaki ilişkiyle karşılaştırıldığında, atık miktarı oranının oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Ancak hesaplamalarda günlük yatak kapasitesinin tamamının dolu olduğu kabulü yapılmıştır.

Diğer yandan, Edirne merkezde kişi başına düşen yıllık tıbbi atık miktarı, Tablo 1.1. Ulusal gelir düzeyine göre tıbbi atık üretimi verileri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda Edirne'nin, orta gelirli ülke oranları düzeyinde olduğunu söyleyebilmekteyiz.

Tablo 3.1 Edirne Merkez’de Bulunan Hastaneler ve Yatak Sayısına Göre Atık Miktarı [19]

N o	Yer	İsim	Yatak Sayısı (adet)	Tıbbi Atık Miktarı (kg/yıl)	Tıbbi Atık Miktarı (kg/yatak.gün)
1.	EDİRNE	Edirne Devlet Hastanesi	250	33238	0,36
2.	EDİRNE	Edirne Selimiye Devlet Hastanesi	150	16752	0,31
3.	EDİRNE	Göğüs Hastalıkları Hastanesi.	40	2137	0,15
4.	EDİRNE	Trakya Üniv.Tıp Fak.Hastanesi	901	302230	0,92
5.	EDİRNE	Özel Trakya Hastanesi	21	5967	0,78
6.	EDİRNE	Özel Ekol Hastanesi	34	11326	0,91
		Toplam:	1396	371650	0,73

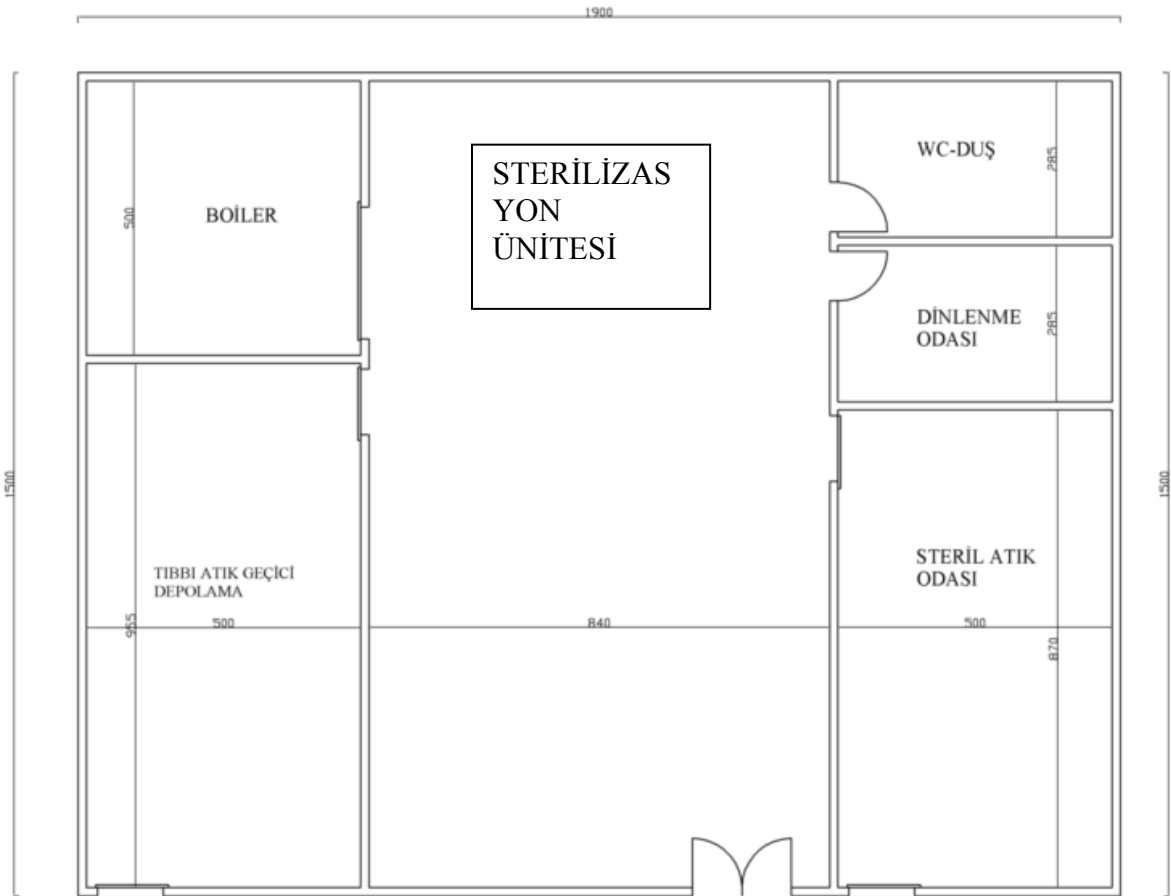
Tablo 3.2 Edirne Merkez İlçe'de Oluşan Tıbbi Atık Miktarı 2008 Mart- 2009 Şubat

NO:	KAYNAK İSİMLERİ	MART 2008	NİSAN 2008	MAYIS 2008	HAZİRAN 2008	TEMMUZ 2008	AĞUSTOS 2008	EYLÜL 2008	EKİM 2008	KASIM 2008	ARALIK 2008	OCAK 2009	ŞUBAT 2009	TOPLAM (YIL/KG)
1	TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	24020	24010	25240	24240	24520	23660	23520	23960	26480	27900	29580	25100	302230
2	EDİRNE DEVLET HASTANESİ	2661	2364	2837	2406	2835	2971	2608	2363	2950	2888	3226	3129	33238
3	SELİMİYE DEVLET HASTANESİ	1342	1474	1403	1269	1320	1377	1215	1425	1658	1375	1502	1392	16752
4	GÖĞÜS HASTALIKLARI HASTANESİ	208	193	196	172	132	140	125	162	187	165	237	220	2137
5	DIYALİZ MERKEZİ	670	568	537	488	602	583	503	661	519	568	590	523	6812
6	KAN MERKEZİ	378	480	433	450	359	160	129	218	138	210	318	275	3548
7	ÖZEL TRAKYA HASTANESİ	558	567	522	461	555	491	500	472	466	419	462	494	5967
8	HAYAT HASTANESİ	168	147	190	110	99	72	74	83	76	114	127	114	1374
9	EKOL HASTANESİ	794	945	848	777	842	838	946	896	1122	922	1186	1210	11326
10	EDİRNE RADYOLOJİ	9	24	12	19	6	9	15	0	21	9	6	0	130
11	SAĞLIK OCAKLARI, ECZANE V.D.	421	522	555	456	428	299	418	415	550	413	594	504	5575
12	HALK LABORATUVARI	34	25	36	36	31	34	30	21	25	46	0	28	346
	TOPLAM (AY/KG)	31263	31319	32809	30884	31729	30634	30083	30676	34192	35029	37828	32989	389435

### 3.2. Edirne, Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Planı

Tesis 285 m<sup>2</sup> kapalı alana sahiptir. Yüksekliği 6.5 metre dir. Uzunluk 19 metre, genişlik 15 metredir. Tesis planı Şekil 3.3. de gösterilmiştir. Geçici atık deposu ve sterilizasyon ünitesinin bulunduğu alan mevzuat hükümlerine göre uygun büyüklükte yapılmalıdır. Temizliğinin kolay yapılabilmesi için uygun malzeme seçilmelidir. Tesis kapalı alanı kurulacak sterilizasyon cihazına göre planlanmalıdır.

Şekil 3.3 Edirne, Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Planı



#### 3.2.1 Geçici Atık Deposu:

Faaliyetleri sonucu tıbbi atık oluşumuna neden olan kuruluşlardan, 20 yatak kapasitesi üzeri olanlar geçici atık deposu yapmak zorundadır. Daha az yatak kapasitesine sahip olan üniteler de aynı işlevi görecektir konteyner bulundurmaları zorundadır. Atıklar bertaraf sahasına

taşınmadan önce 48 saati geçmemek üzere bu depolarda veya konteynerlerde bekletilebilir. Depo sıcaklığı +4 °C yi geçmemek üzere bu süre bir haftaya kadar uzatılabilir.[8]

Sterilizasyon tesislerinde de atıkların işleme tabi tutulmadan önce, çevre ve insan sağlığına zarar vermeden güvenli bir şekilde geçici olarak depolanabileceği, +4 °C soğutulan bir depo yeri bulundurulmak zorundadır.

Edirne tıbbi atık sterilizasyon tesisinde bulunan geçici atık deposu (Şekil 3.4.), 10\*5 metre ebatlarında, 50 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Yönetmelikte belirtildiği şekilde, hacmi iki günlük tıbbi atığı alabilecek kapasitedir. Taban ve duvarlar, kir tutmayacak, temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi kolay malzemelerle kaplanmıştır. Havalandırma ve soğutma sistemi mevcuttur. Kapılar dışarı açılır şekilde ve üzerinde gerekli uyarılar olacak şekildedir.

Şekil 3.4 Geçici Atık Deposu, Edirne



### 3.2.2. Boiler odası

Alanı 25 m<sup>2</sup> 'dir. Sterilizasyon ünitesinin ihtiyacı olan buharı sağlamak için bir buhar ünitesi, su yumuşatma ekibmanı ve akaryakıt tankı ile geçici atık deposu soğutmasında kullanılan kompresör bulunmaktadır.



### 3.2.3. Sterilizasyon Ünitesi

Kapasite artırımı düşünülerek ünitenin bulunduğu kısım geniş bırakılmıştır. Yaklaşık 135 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Yükseklik 6,5 metredir.

### 3.2.4. İdari Büro

Kayıt, evrak, dinlenme ve diğer ihtiyaçların karşılandığı 3 m<sup>2</sup> 'lik, idari büro ve lavabo, wc bulunmaktadır.

### 3.2.5. Steril Atık Bekletme Deposu

Atıkların sterilizasyon işlemine tabi tutulmasından sonra bekletilmesi için 45 m<sup>2</sup> 'lik bir oda mevcuttur. Sterilizasyon işleminin geçerlilik testleri yapılmaya kadar atıklar burada konteynerlerde tutulmaktadır. Daha sonrasında evsel atık depolama alanına sevk edilmektedir.

## 3.3. Edirne Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi İş Akım Şeması

Tıbbi Atıkların Toplanması



Tıbbi Atıkların Taşınması



Tıbbi Atıkların Geçici depolanması



Tıbbi Atıkların Sterilizasyon Ünitesine Boşaltılması



Tıbbi Atıkların Sterilizasyon Ünitesinde Parçalanması



Tıbbi Atıkların Buharla Sterilizasyonu



Steril Olmuş Atıkların Soğutulma İşlemi



Vakumlama → Steril Atıkların Geçici depolanması → Depolama Alanına Nakil

### 3.3.1. Tıbbi Atıkların Toplanması, Taşınması ve Geçici Atık Deposuna Boşaltılması

Tıbbi atıklar, tıbbi atık yönetim planı doğrultusunda, tıbbi atık kaynaklarından mevzuata uygun poşetlerde veya kaplarda biriktirilmiş halde bu iş için ayrılmış lisanslı araç ile toplanmaktadır. (Şekil 3.5). Alınan atıklar tartılarak kayıt altına alınmaktadır. Atıklar toplama işlemi bittikten sonra sterilizasyon tesisine getirilmekte ve geçici atık deposuna boşaltılmaktadır.

Şekil 3.5 Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi, Atıkların Araçtan Geçici Atık Deposuna Boşaltılması, Edirne



### 3.3.2. Tıbbi Atıkların Sterilizasyon İşlemine Tabi Tutulması

Atıklar geçici atık deposundan konteynerlerle alınarak sterilizasyon ünitesine getirilmektedir. Atıkların ünite içine boşaltılması üst taraftan yapılmaktadır. (Şekil 3.6). Üst hazne manüel ya da otomatik yükleme için bir baca içerir. Atıkların boşaltılmasından sonra kapak kapanır ve kendini emniyetli kilitlemeye geçirir.

Şekil 3.6: Sterilizasyon Ünitesi, Edirne



Kapağın kapanmasından sonra dokunmatik ekranda start butonuna basılır. Böylece sterilizasyon döngüsü otomatik olarak başlamış olur. Öğütme sistemi, bıçakları üzerine kırma kancaları yerleştirilmiş iki döngüsel şafttan oluşmaktadır. (Şekil 3.7). Bu keskin bıçaklar en yüksek dayanıklılık ve gerilimi sağlamak için özel bir alaşımdan imal edilmiştir. Bu bıçaklar, şırınga, sivri ve kesici objelerin, vücut parçalarının, tekstil parçalarının, bant, eldiven ve maskelerin, diyaliz filtrelerinin, alüminyum tabakların, cam şişelerin, küçük konteynerlerin, plastik çantaların ve kartonların öğütülmesi ve ezilmesi için dizayn edilmiştir. Katı objelerin küçük partiküllere dönüşümünü korumak için, iki bıçak arasındaki hareket, cihaz gövdesi üzerine yerleştirilmiş iki dişli motor vasıtası ile gerçekleştirilmektedir. Bıçaklar bir aşırı yük durumunda sıkışmayı önlemek için, düzenli aralıklarda fakat farklı hızlarda kendi hareketinin tersine döner. Bu katı atığı küçük partiküllere indirger. Partiküller; atığın tipine, rutubet seviyesine ve şekline bağlıdır. Parçalanmış atıklar üst hazneden parçalama esnasında bıçaklar yardımıyla alt hazneye alınır.

Şekil 3.7 Parçalayıcı Bıçaklar



Atıkların parçalanması sona erdiğinde dokunmatik ekranda sistem otomatik olarak ısınmaya ve sterilizasyona geçer. Sıcaklık 138 °C 'ye kadar artar ve işlem boyunca aynı sıcaklıkta sabit kalır. Öğütülmüş bütün atıklar işlem kazanının merkezinde ya da kenarlarında olsa dahi aynı sıcaklığa maruz kalırlar. Bu sıcaklık aynı seviyede 10 dakika boyunca korunmaktadır. Sıcaklık arttığında basınçta artmaktadır. 4 Barlık basınç işlem boyunca dengelenir. Sistemin ihtiyacı olan buharı sağlamak için, buhar ünitesi kurulur. (Şekil 3.8.)

PLC ünitesi bertaraf işlemini kontrol etmektedir. PLC, atığın tam merkezinde kazanın içine yerleştirilmiş bir ısı sensörü vasıtasıyla atık sıcaklığının monitörde görüntülenmesini ve sterilizasyon katsayısının hassasiyetinin kontrol edilmesine olanak sağlar.

Şekil 3.8 Boiler Odası, Edirne



Sterilizasyon işlemi tamamlandıktan sonra sistem soğutmaya geçer. Cihaz haznelerinin dış parçalarının soğutma işlemi 60 °C sıcaklıkta durur. Bu dereceye bir kez ulaşıldığında buhar ile oluşan su tanecikleri boşaltılır ve vakum işlemi vasıtasıyla arta kalan buğu emilerek uzaklaştırılır. Uzaklaştırılan atık su yinede sıcaktır ve soğutularak alıcı ortama verilmesi gerekmektedir. Edirne tıbbi atık tesisi atık su analiz durumu Tablo 3.3’de verilmektedir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre karşılaştırma da yapılmıştır.[21] Analiz sonuçları, tesis atık suyunun kanalizasyon sistemleri tam arıtma ile sonuçlanan atıksu altyapı tesislerine deşarj limitleri sınırları içerisinde kaldığını göstermektedir. Ancak kanalizasyon sistemleri derin deniz deşarjıyla sonuçlandığında KOI ve katran ve petrol kökenli yağlar parametrelerinin yüksek çıktığı sonucuyla karşılaşılmaktadır. Tesis kurulumunda, bu faktörlerin göz önüne alınması ilerde ekstra maliyetlerin ortaya çıkmasını önleyecektir.

Tablo 3.3 Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Atıksu Analizi, Edirne

Parametre	Birim	Kullanılan Metot	Analiz Sonuçları	SKKY Tablo-25 Deşarj Limitleri	
				Kanalizasyon Sistemleri Tam Arıtma ile Sonuçlanan Atıksu Altyapı Tesislerinde	Kanalizasyon Sistemleri Derin Deniz Deşarjı ile Sonuçlanan Atıksu Altyapı Tesislerinde
AKM	mg/lt	S.M.2540 D	61	500	350
KOI	mg/lt	S.M.5220 C	1037,59	4000	600
Yağ ve Gres	mg/lt	S.M.5520 B	6,4	250	50
Siyanür (Toplam)	mg/lt	S.M.4500 CN-C	0,0016	10	10
Klor (Bakiye)	mg/lt	S.M.4500 CI G	0,33	5	5
Sülfat	mg/lt	S.M.4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	67,32	1700	1700
Fenol	mg/lt	TS 6227 ISO 6439 Mart 2005	0,136	20	10
Arsenik	mg/lt	S.M. 3114 B	<0,002	3	10
Kurşun	mg/lt	S.M.3113 B	0,0056	3	3
pH	mg/lt	S.M. 4500 H+ B	7,6	6,5-10	6,0-10,0
T. Azot	mg/lt	S.M.4500 N C	3,71		40
T. Fosfor	mg/lt	S.M.4500 P B ve D	0,682		10
Toplam Sülfür	mg/lt	S.M. 4500 S <sup>2-</sup> D	0,03	2	2
Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	mg/lt	TS EN ISO 9377	16,8	50	10

S.M. : Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 21 th Edition (2005)

Vakumla emilen buğu filitreden geçirilerek atıksu ile birlikte boşaltılır. Tıbbi atıkların sterilizasyon işlemi döngü öncesinde doldurulması ve sterilizasyon işlemi döngü sonrasında boşaltılması esnasında kapaklar açıldığında kısa süreli ortaya çıkan az miktarda buhar ise emiş yapılarak hepa filitreden geçirilir ve baca yardımıyla dışarı verilir. Tablo 3.4'de dış ortama verilen hava emisyon değerleri verilmektedir. Sterilizasyon işlemi esnasında dışarıya herhangi bir şekilde hava çıkışı olmamaktadır. İşlem sırasında emisyon ölçümü yapılması halinde herhangi bir parametre değeri elde edilmesi söz konusu değildir. Kapakların, yeniden



atık yükleme yada steril olmuş atığı boşaltma esnasında açılması durumunda, ünite içinin dış ortama göre sıcaklığının yüksek olması nedeniyle yaklaşık beş dakikalık bir süre hafif buhar ferahlaması olmaktadır.

Tablo 3.4 Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Emisyon Değerleri, Edirne, 2008

PARAMETRELER	1.ÖLÇÜ M	2.ÖLÇÜ M	3.ÖLÇÜ M	ORTALA MA	ETKHKK Y * Sınır Değerler
Baca Gazı Sıcaklığı (°C )	24	23	24	24	-
Baca Kesit Alanı ( m <sup>2</sup> )	-	-	-	0,1256	-
Baca Gazı Hızı ( m/sn )	4,2	4,4	4,3	4,3	4
Gerçek Baca Gazı Debisi( m <sup>3</sup> / h )	1,899	1,989	1,944	1,944	-
Kuru Baca Gazı Debisi (Nm <sup>3</sup> /h)	1,658	1,761	1,679	1,699	-
Nem ( % )	5	4	6	5	-
VOC ÖLÇÜM SONUÇLARI					
Diklorometan (mg/ N m <sup>3</sup> )	0,014	0,009	0,014	0,012	300
Diklorometan (kg/sa )	-	-	-	0,00002	6
Karbon Cinsinden Kütlelel Debi (kg/sa )	-	-	-	0,000003	10
Benzen (mg/ N m <sup>3</sup> )	1,133	1,135	1,132	1,133	150
Benzen ( kg/sa )	-	-	-	0,0019	3
Karbon Cinsinden Kütlelel Debi (kg/sa )	-	-	-	0,0017	10
Toluen (mg/ N m <sup>3</sup> )	0,13	0,12	0,13	0,13	150
Toluen ( kg/sa )	-	-	-	0,00022	3
Karbon Cinsinden Kütlelel Debi (kg/sa )	-	-	-	0,00020	10
Etilbenzen (mg/ N m <sup>3</sup> )	0,026	0,028	0,028	0,027	150
Etilbenzen (kg/sa )	-	-	-	0,000045	3
Karbon Cinsinden Kütlelel Debi (kg/sa )	-	-	-	0,000041	10
o-xylene (mg/ N m <sup>3</sup> )	0,017	0,019	0,018	0,018	
o-xylene (kg/sa )	-	-	-	0,00003	
Karbon Cinsinden Kütlelel Debi (kg/sa )	-	-	-	0,000027	

\*Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2006

Operasyon bir kez tamamlandığında, bir çıkış sinyali ile kullanıcı, bertaraf olmuş atığı boşaltabileceği konusunda uyarılır. Alt hazne altına konulan konteynerle kapaklar açılarak steril edilmiş atık alınır. Alt haznede atıkların taşıma konteynerine düşmesi için alt haznede iki tuzak kapak bulunur.



Atıklar boşaltım sonrasında steril atık odasında konteynerlerde biriktirilir. Haftada iki kez yapılan testlerin olumlu olması neticesinde atıklar evsel depolama alanına nakledilir ve depolanır.

### 3.3.3. Tıbbi Atıkların Sterilizasyonu İşleminin Kayıt Edilmesi

Kontrol paneli, cihaz üzerindeki bütün valfleri, motorları ve hava silindirlerini kontrol etmek için ara yüz donanımına sahiptir. (Şekil 3.9)

Bir işlemci, her döngü için bir işlem raporu oluşturur (Tablo 3.5). Cihaz tarafından gerçekleştirilmiş değerleri hesaplar. Bu hesaplama; alt haznenin tam merkezinde ve işlem kabininin iç duvarlarında olmak üzere cihaza yerleştirilmiş sensör problemlardan gelen girdilere dayalı olarak oluşturulmaktadır. Basıncın, sıcaklığın ve işlem süresinin kontrolü kusursuz olarak ayarlanmış olmalıdır.

Şekil 3.9 Sterilizasyon Döngüsü Takip Ekranı, Edirne



Tablo 3.5 Sterilizasyon İşlem Döngü Örneği, Edirne

**ECODAS**  
Cycle N° 01

<b>Beginning Cycle Date</b>		<b>05.11.2008</b>		<b>Beginning Cycle Time</b>		<b>08:19:25</b>	
STEP	MEASURE TIME	TANK TEMP	WASTE TEMP	STERILI	PRESSURE		
Loading	08:20:25	88	86	0	0		
Loading	08:21:25	88	86	0	0		
<b>Step Time</b>	<b>00:03:00</b>						
Shredding	08:22:25	90	87	0	4		
Shredding	08:23:25	85	83	0	8		
Shredding	08:24:25	83	81	0	12		
Shredding	08:25:25	84	82	0	13		
Shredding	08:26:25	84	82	0	14		
Shredding	08:27:25	85	82	0	15		
Shredding	08:28:25	85	83	0	16		
Shredding	08:29:25	85	83	0	16		
Shredding	08:30:25	86	83	0	17		
Shredding	08:31:25	85	83	0	16		
Shredding	08:32:25	86	83	0	17		
Shredding	08:33:25	85	83	0	17		
Shredding	08:34:25	85	83	0	18		
Shredding	08:35:25	85	83	0	18		
<b>Step Time</b>	<b>00:14:00</b>						
Heating	08:36:25	102	104	0	79		
Heating	08:37:25	112	112	0	99		
Heating	08:38:25	121	121	0	145		
Heating	08:39:25	128	128	1	196		
Heating	08:40:25	134	134	3	249		
<b>Step Time</b>	<b>00:05:00</b>						
Standing	08:41:25	137	137	32	264		
Standing	08:42:25	138	138	70	284		
Standing	08:43:25	140	139	108	307		
Standing	08:44:25	140	140	169	333		
Standing	08:45:25	138	137	246	309		
Standing	08:46:25	140	140	294	328		
Standing	08:47:25	138	136	371	312		
Standing	08:48:25	140	139	409	328		
Standing	08:49:25	138	136	486	313		
Standing	08:50:25	140	139	534	330		
<b>Step Time</b>	<b>00:10:00</b>						
Cooling	08:51:25	130	117	611	156		
<b>Step Time</b>	<b>00:01:00</b>						
Draining	08:52:25	98	67	611	11		
Draining	08:53:25	89	80	611	4		
<b>Step Time</b>	<b>00:02:00</b>						
Vacuum	08:54:25	91	84	611	21		
Vacuum	08:55:25	89	87	611	2		
<b>Step Time</b>	<b>00:02:00</b>						
Uhloading	08:56:25	89	87	611	1		
<b>Step Time</b>	<b>00:00:00</b>						
<b>Cycle Time</b>	<b>00:37:12</b>						
<b>End Cycle Date</b>	<b>05.11.2008</b>			<b>End Cycle Time</b>	<b>08:56:37</b>		

Cycle N° 01 OK

Bir sterilizasyon döngüsü süresi ortalama 35-40 dakika arası sürmektedir. Tablo 3.5’deki örnek döngüde 37 dakika sürdüğü görülüyor. Tıbbi atık işlem döngü süresinin artması atıkların parçalanmasından kaynaklanabilmektedir. Örnek döngüde parçalama süresinin 14 dakika sürdüğü kayıt altına alınmıştır. Parçalama süresi genelde 10 dakika civarındadır.

### 3.4. Sterilizasyon İşleminin Geçerliliği

Sterilizasyon işlemine tabi tutulan enfeksiyöz atıkların zararsız hale getirilip getirilmediği kimyasal ve biyolojik indikatörler kullanılarak test edilir. Sterilizasyon tamamlandığında, atık ile birlikte otoklava konulmuş kimyasal indikatör taşıyıcısında renk değişikliği saptanmalıdır. Biyolojik indikatörler olarak, nemli yüksek sıcaklıklara hastalık yapıcı etkisi olmayan, sporlu bakteriler *Bacillus stearothermophilus* veya *Bacillus subtilis* var. niger standart kökenleri kullanılır. Sterilizasyon işleminin geçerliliğinin kabul edilebilmesi için *Bacillus stearothermophilus* veya *Bacillus subtilis* bakteri sporlarının minimum  $4 \log_{10}$  -  $6 \log_{10}$  azalma sağlanması zorunludur.

Tüm mikrobiyal faaliyetlerin tam olarak yok edilip edilmediğinin belirlenmesi zor olduğundan, sterilizasyon sonunda, hayatta kalmayı başaran mikroorganizmaların sayısına göre, bir ihtimal fonksiyonu tanımlanır. Bu fonksiyon genelde, şüphe duyulan sterilizasyon prosesine en dayanıklı mikroorganizmanın azalması olarak ifade edilir.

Günümüzde ele alınan inaktivasyon  $\log_{10}$  Azalma olarak tanımlanır. Bu, iyileştirme sürecinden önce ve sonra varlığını sürdürebilen test organizmalarının logaritmik sayıları arasındaki fark olarak tanımlanır ve formülle şu şekilde ifade edilebilir:

$$\log_{10} \text{Azalma} = \log_{10} (\text{cfu/g Başlangıç sayısı}) - \log_{10} (\text{cfu/g Yenilenme sayısı})$$

$$\log_{10} \text{Azalma} = \text{Test organizmalarının azalmasının logaritmik sayısı},$$

Başlangıç sayısı: İyileştirme ünitesi içine konulan test organizmalarının sayısı,

Yenilenme sayısı: İyileştirme işleminden sonra varlığını sürdüren test organizmalarının sayısı,

Cfu/g: Atıkların 1 gramındaki mikroorganizma koloni oluşumu.

Yukarıdaki eşitlikten mikrobiyal inaktivasyonun ölçülmesinde, test mikroorganizmalarının başlangıç ve yenilenme sayılarının tespiti için kullanılacak metotların

seçilmesi gerekir. Yakma hariç tüm teknolojiler için iki haftada bir yapılacak testler yeterlidir. [23,24,25,26,27,28,29,30,31,32].

### **3.5. İşletim Maliyeti Analizi**

Şafak çevre yönetim gurubu tarafından Edirne ilinde 2008 yılında kurulan tesis, günde üç vardiya olmak üzere yaklaşık on dört aydır çalışmaktadır. Tesiste Ecodas T 300 marka sterilizasyon ünitesi kullanılmaktadır. Benzer ünite Trabzon'da da mevcuttur.

Trabzon'da bulunan ünitenin kapasitesi Edirne'de ki ünitenin yaklaşık 7 katı fazla kapasitedir. Tesisler plan olarak birbirinin hemen hemen aynıdır. Geçici atık deposu, steril atık deposu, buhar odası, ünitenin kurulduğu alan ve idari büro .

Edirne de kurulu olan tesisin, Trabzon'da bulunan tesis ile işletim maliyeti açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Tablo 3.6. Böylece 1,0 kg tıbbi atığın her iki tesiste maliyeti çıkarılmıştır. Her iki tesiste de üç vardiya olarak çalışma yapılmaktadır.

Tablo:3.6. Edirne ve Trabzon Tıbbi Atık Bertaraf Tesislerinin İşletim Maliyeti Açısından Karşılaştırması, 2009

GİDER	EDİRNE Günde 36 Döngü Döngüde yaklaşık 30 kg			TRABZON Günde 20 Döngü Döngüde yaklaşık 220 kg		
	8 Saat	16 Saat	24 Saat	8 Saat	16 Saat	24 Saat
1.Enerji Giderleri						
1.1.Su	5,4 TL	10,8 TL	16,2TL	10,2TL	20,4TL	30 TL
1.2.Elektrik	12 TL	24TL	36TL	17TL	34TL	49TL
1.3.Yakıt	69TL	138TL	207TL	138TL	276TL	400TL
2.Yedek Parça Giderleri						
2.1.Bıçak Revizyonu	36 TL	72 TL	108TL	35TL	69TL	100TL
2.2.Yağlama	4,08TL	8,16TL	12,24TL	2,04	4,08	6,12
2.3.Diğer Yedek Parça	5,2TL	10,4TL	15,6TL	5,22	10,4	15,6
3.Periyodik Bakım Giderleri						
3.1Buhar Kazanı ve Ünite Bakımı	19,2TL	19,2TL	19,2TL	8,8TL	17,7TL	25,6TL
4.Sigorta Giderleri	11,8TL	11,8TL	11,8TL	23,6	23,6	23,6
5.Personel Giderleri	135TL	193TL	251TL	135TL	193TL	251TL
Steril Edilen Atık Miktarı	360kg	720kg	1080kg	1518kg	3036kg	4400kg
Bir kg Atık Sterilizasyonu İşletim Maliyeti	0,85TL	0,69TL	0,63TL	0,25TL	0,21TL	0,20TL
Bir Döngünün Maliyeti	25,45TL	20,63TL	19,02TL	55TL	46,2TL	43,19TL
Günlük Maliyet	305,38TL	495,06TL	684,74TL	379,5TL	637,56TL	863,8TL
Bir Aylık Maliyet (26 gün)	7939,88TL	12871TL	17803TL	9867TL	16576,6TL	22459TL

Maliyete, sterilizasyon ünitesi fiyatı dahil değildir. Bu tip ünitelerin satış fiyatları 390000 \$-1700000 \$ arasında değişmektedir.[18] Tesis sahibi şirketlerin satın alma personeli ile yapılan görüşmelerde, Edirne Ecodas T 300 ünitesinin 240 000 Euro, Trabzon Ecodas T 2000 ünitesinin 370000 Euro bedelle satın alındığı anlaşılmıştır.

Maliyete, toplama maliyeti dahil değildir.

Her iki tesiste de vardiya sayısının artması, işletim maliyetlerinin de düşüşüne neden olmaktadır. Bu düşüşün nedeni bazı sabit giderler (sigorta v.b.), ve çalıştırılması zorunlu teknik personelin vardiya sayısı artsa bile aynı kalmasından kaynaklanmaktadır.

Kg başına atık sterilizasyonu maliyetine bakıldığında, Trabzon' da işletim maliyetinin Edirne'ye göre yaklaşık olarak üç kat daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedeni Edirne'de kurulan tesisin, günlük oluşan atık miktarına göre ihtiyaç duyulandan daha

düşük kapasiteli seçilmesi ve vardiya sayısının fazla olması nedeniyle işletim maliyetinin yüksek çıkmasıdır.

En önemli işletim gideri yakıt ve personelden kaynaklanmaktadır. Trabzon'da yakıt olarak LPG Edirne'de ise dizel yakıt kullanılmaktadır. Yakıt, sterilizasyon için ihtiyaç duyulan buharı elde etmek için gereklidir. Buhar üretimi için seçilecek sistemlere ve birim buhar ihtiyacı için gerek duyulan yakıt maliyeti iyi hesaplanmalıdır. Yükleminin otomatik olması personel sayısının düşük olmasına neden olur.

Diğer en önemli maliyet parçalayıcı bıçaklardır. Yaklaşık 4000 döngüde bir değiştirilmesi ya da bıçakların revize edilmesi gerekmektedir. Ünite alınırken bu bıçak sistemi önemli bir maliyet tutmaktadır. (En küçük ünite bıçak sistemi yaklaşık 30000 Euro).Saticılar genelde ünite yanında bıçakta satmaktadırlar. Ülkemizde bu bıçaklar yaklaşık beş kat daha ucuza yenileyebilmek mümkündür.

Edirne tesisinde on dört ay boyunca yapılan çalışmaya karşın, sistemde karşılaşılan sorunlar normal görülmektedir. İki kez bıçak değişimi, bir kez yağlama sorunu nedeniyle bıçak arızası, bir kez atık pres pedalı arızası, iki kez atık pres pedalı mili arızası, alt ve üst kapak contaları değişimi, piston swiçlerinde sık olmayan arızalar v.b. ünite için sayılabilir.

Personelin yeterli olması çok önemlidir. Bu nedenle çalışmaya başlamadan mutlaka eğitilmelidir. Bu eğitimin pratik olması çok daha iyi olacaktır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Tıbbi atıkların bütüncül yönetim sistemi, birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi Türkiye’de de henüz oturmamıştır ve hastane içinde tehlikeli ve tehlikesiz atıklar birbirine karıştırılmaktadır. Bu da tehlikeli atık miktarının büyük ölçeklere ulaşmasına neden olmakta, bu kadar enfekte atığın işlem görmesi ise bir ülke için finansal olarak katlanılabılır durum olmaktan çıkmaktadır. [33]. Bu nedenle tıbbi atık üreticilerinin atıklarını çok iyi bir yönetim planı ve uygulaması ile azaltması oldukça önem kazanmaktadır.

2001 Yılından başlanarak tıbbi atık yönetimi konusunda Edirne ilinde büyük aşama kaydedilmiştir. Hastaneler de yönetim planları doğrultusunda ayrı poşetlerde atıklarını toplamakta ve biriktirmektedir. Yinede evsel atık ve tıbbi atıkların karıştırılmaması için daha dikkatli davranılmalıdır. Daha az atık oluşumu için İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, İl Sağlık Müdürlüğü, Belediye ve hastane yönetimi ortak çalışarak ilgili personeli daha sık eğitmeli ve denetlemelidir.

Edirne merkezde oluşan, kişi başına düşen yıllık atık miktarı 2,82 kg dır ve bu oran orta gelirli ülkelerde oluşan tıbbi atık miktarı düzeyindedir. Yatak başına düşen günlük atık miktarı ise yatak kapasitesinin tam dolu olduğu düşünülerek yapılan hesaplamalar sonucunda oldukça düşük çıkmaktadır.

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan 2008-2012 yılları atık eylem planına göre tahmini tıbbi atık miktarı 2012 yılında 113274,2 ton/yıl olacaktır. Bu atığın %39’ unun 2012 yılı itibariyle sterilizasyon yöntemiyle bertaraf edilmesi düşünülmekte, geri kalan atık miktarının da % 8’ inin sterilizasyon yöntemiyle bertaraf edilmesi sonraki yıllar için planlanmaktadır.[11]

Trakya bölgesinde bulunan Kırklareli, Tekirdağ ve diğer ilçelerde oluşan tıbbi atıkların bir merkezde bertaraf edilmesi düşünülmelidir. Edirne’de bulunan tesisin kapasitesinin arttırılmasıyla bu mümkündür. İşletim ve ilk yatırım maliyeti açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Sterilizasyon cihazlarının tamamı yurt dışında üretilmekte ve ülkemize satılmaktadır. Bu da ülke için önemli bir maddi kayıp olmakla birlikte, işletmeciler için yedek parça, servis

ve benzer konularda zaman kaybı oluşturmaktadır. Tıbbi atıkların özelliği nedeniyle işletmeciler için zaman çok önemlidir. Edirne’de kurulan sistemin atık parçalama mekanizmaları ve birçok parçası ülkemizde yapılabilmektedir. Planlamalar yapılırken, bu sistemlerin tamamıyla ülkemizde üretilebilmesinin merkezi idarece teşvik edilmesi gereklidir.

Parçalayıcı bıçakların sterilizasyon cihazlarının önünde ve sonunda planlandığı görülmektedir (Tablo 2.4). Edirne’de bulunan sistemde parçalayıcı önde ve atık haznesi içindedir. Bu durum, atıkların sigara izmariti boyutunda parçalanması ve sonrasında buharla temas ettirilerek sterilizasyonuna imkan vermektedir. Böylece mikrobiyel inaktivasyon  $8\log_{10}$  seviyesine ulaşmaktadır. Parçalayıcı bıçaklar da atıklarla beraber sterilizasyon işlemine tabi olmaktadır. Bu avantajların yanında, parçalayıcının önde olması bazı atıklar nedeniyle (nevresim, alçı v.b.) parçalamanın gecikmesine işlem döngü süresinin uzamasına neden olmaktadır. Öğütücü bıçaklarda sorun oluşması halinde sterilizasyon işlemi de durmaktadır. İşlem sonrasında atığın %70-80 civarında hacimsel olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Parçalayıcının sonda olması halinde parçalayıcıdan kaynaklanan arızalar sterilizasyon işleminin durmasına neden olmaz. Ancak atıkların parçalanmaya alınması esnasında tıbbi atıklar tanındığından görüntü hoş değildir. Sondan parçalamalı sistemlerin, daha yüksek miktarlarda atık sterilizasyonu gerçekleştirecek kapasitelerde üretilmeleri ayrı bir avantaj olmaktadır.

Her iki yöntemde, Ülkemiz mevzuatı açısından sterilizasyon verimi açısından yeterli olmaktadır. Yatırımcıların her iki durumu da iyi etüt ettikten sonra karar vermeleri gerekir. Her iki şekilde de çalışan sistemlere örnekler Ülkemizde mevcuttur.

Endüstri tesislerinden kaynaklanan hava kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre Edirne’de kurulan tesis emisyon iznine tabi değildir.[22] Yinede analizler yaptırılarak çıkan değerler yönetmelik verileriyle karşılaştırılmıştır. Sınır değerleri sadece baca gazı hızı aşmaktadır. Bunun nedeni ise, döngü sonrasında alt ve üst kapakların açılmasıyla ortaya çıkan az miktarda buharın, mümkün olduğunca hızlı emilerek hepa filtreden geçirilmek istenmesidir.


Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre yapılan analizler sonucunda, tesisin tam arıtmayla sonuçlanan kanalizasyon sistemine bağlanabilecek bir yerde kurulmasının, maliyet açısından faydalı olacağı görülmektedir. Aksi takdirde atık suyun alıcı ortama doğrudan verilebilmesi için arıtma tesisi kurulması gerekecektir.




## KAYNAKLAR

- [1]WHO, 2000, “MDI/EIP Marketing and Dissemination, Wastes from Health Care Activities, Genova
- [2]EPA/US, 1990, Medical Waste Management in US, Second Interim Report to Congress, A/530-SW-90-087A.
- [3]AB Komisyonu, 1995, Ulusal Gelir Düzeyine Göre Tıbbi Atık Üretimi
- [4]Altın,S.,1997, Sivas Kentindeki Hastane Katı Atıklarının İncelenmesi ve Uygun Bertaraf Sisteminin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi FBE, Sivas, 9
- [5]Güler, Ç., 1997, “Çağatay Güler’in Ders Notları”, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- [6]<http://www.edirne-cevreorman.gov.tr/belge/egitimt/sunum2/index.html>
- [7]Kocasoy, G., 2005, Tıbbi Atıkların Yönetimi Katı Atıkların Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi, 42-54
- [8]T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 22.07.2005 Tarih 25883 Sayılı Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği.
- [9]Kokulu,D., 2001, “Tıbbi Atık Yönetimi ve Mevzuattaki Yeri”, 1. Ulusal Katı Atık Kongresi (UKAK 2001), 18-21 Nisan, İzmir, 6
- [10]WHO, 1998, Management of Wastes from Health Care Activities, A Pruss WK. Townend,104
- [11]T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı,2008, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Raporu. Atık Yönetimi Eylem Planı,,33,36,38,40
- [12]Brunner, C.R., Brown, C.H., 1988,. Hospital Waste Disposal By Incineration. JAPCA, 48, (10), 1297-1304
- [13]Tickel,O., Watson.A., (1992). Hospital Waste: A case for treatment. New Scientist, March 28.34-38
- [14]T.C. Denizli Belediye Başkanlığı,2006, Düzenli Depolama Sahası
- [15]EC Direktifi, 99/31/EC, Atıkların Düzenli Depolanması,26.04.1999
- [16]R&R Bilimsel ve Teknik Hizmetler Ltd. Şti. Raporu, 2000, 26,.37
- [17][www.sanitecind.com/Sanitec\\_Benefits.php](http://www.sanitecind.com/Sanitec_Benefits.php)
- [18]KAKAD (2005), Integrated Health-Care Waste Management in İstanbul - Final Report
- [19] T.C. Sağlık Bakanlığı, 2009,Bilgi Edinme, Edirne Merkez Hastanelerinin Yatak Kapasiteleri
- [20]Türkiye İstatistik Kurumu, 2008, Adrese Dayalı Nüfus Kaydı Sistemi,

- [21]T.C. Çevre Bakanlığı, 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 Sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- [22]T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 22.07.2006 Tarih ve 26236 Sayılı Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- [23] Hall R.M., Cole E.C., “Bioemissions from medical waste treatment Technologies: Evaluation of indicator microorganism recovery”, Research Triangle Institute, 5400-24A, Washington, 2-6 (April, 1993)
- [24]Cole E.C., Leese K.E., Hall R.M., “Evaluation of potential biological emissions from alternative medical waste treatment Technologies”, Research Triangle Institute, 94U-5400-24A(3), Washington, 1-10 (July.1993)
- [25]Cole E.C., Pierson T.K., Greenword D.R., Leese K.E., Foerde K.K., “Guidance for evaluating medical waste treatment Technologies” , Research Triangle Institute, 5400-005/01 F, Washington, 1-10, 25-30 (January, 1993).
- [26]Gibbons J.H., “Finding the Rx for managing medical wastes”, OTA, O-459, Washington, 1-17, 27-39, 41-47 (September 1990).
- [27]“Technical assistance manuel: State regulatory oversight of medical waste treatment Technologies”, The State and Teritorial Association on Alternate Treatment Technologies, 4-13 (April 1994).
- [28]Evaluation of the efficacy monitoring requirements for non-burn HCRW treatment facilities”, Environmental and Chemical Consultants, CSIR Environmentek, 1-11 (August 2003).
- [29]Chester S.E., “Medical Waste”, Michigan Department of Environmental Quality Waste and Hazardoues Materials Division, Michigan, (2001).
- [30]Mcgurk J., Takeoka G., Richter R., “Self-Assessment MAnuel for Proper Management of Medical Waste”, 2nd edition, California Department of Helth Services, California Healthcare Association, California (1999).
- [31]Sheet F., “Regulated Medical Waste”, New Jersey’s Comprehensive Regulated Medical Waste Management Act., New Jersey.
- [32]“Managing Regulated Medical Waste”, Guidelines for İmplementtation of Public Law (2005)
- [33]Kuhling,J.G.2002, “Hospital Waste”, ISWA World Environment Congress, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, s.275-282



T.C.  
Çevre ve Orman  
Bakanlığı




**T.C.**  
**ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI**  
**Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü**

**İŞLETME LİSANSI**

**Belge No: 22 STR/01**

Bu belge, 2872 sayılı Çevre Kanununun 1, 3, 8 ve 12 nci maddelerine istinaden 22.07.2005 tarih ve 25883 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"nin 50 nci maddesinde yazılıca Edirne İli, Merkez İlçe, Abdurrahman Mah. Dikilitaş Sok. No:42 adresinde **ŞAFAK TEMİZLİK İNŞ. SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.** tarafından kurulmuş **Edirne Sterilizasyon Tesisi**'ne 13/05/2011 tarihine kadar geçerli olmak verilmektedir. Bu belge; 13/05/2008 tarih ve 8342 sayılı yazımız ile birlikte geçerlidir.

  
Prof. Dr. Mustafa KAYA  
Genel Müfettiş

## **ÖZGEÇMİŞ**

1974 Yılında Gümüşhane’de doğdu. İlk, orta ve liseyi Trabzon’da okudu. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümünden 1998 yılında mezun oldu. Özel bir şirkette çevre mühendisi olarak çalışmaktadır.