

**MERSİN İLİ TIBBİ ATIKLARININ YAKILARAK BERTARAFINA
YÖNELİK UYGUN YAKMA SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ**

EYLEM İBİŞ MERT

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
EKİM-2008**

**MERSİN İLİ TIBBİ ATIKLARININ YAKILARAK BERTARAFINA
YÖNELİK UYGUN YAKMA
SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ**

EYLEM İBİŞ MERT

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Makine Mühendisliği
Anabilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yusuf ZEREN**

**MERSİN
EKİM-2008**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı

Prof .Dr. Yusuf ZEREN

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Gülden ERSÖZ

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../.....tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Mersin ilinde oluşan tıbbi atıklar Mersin Büyükşehir Belediyesi ekipleri tarafından toplanarak Çavuşlu Mahallesi yakınlarında bulunan çöp alanına götürülerek gömülmektedir, bu sebeple büyük ölçüde hastalık riski taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında; Mersin ilinde oluşan yaklaşık 2000 ton/yıl tıbbi atığın yakılarak bertaraf edilmesi için İSTAÇ, İZAYDAŞ ve AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ örnekleri incelenmiş, uygulamanın detaylı bir betimlemesi yapılmış ve çevresel ve Mersin ili açısından uygun olabilecek bir tıbbi atık yakma sistem model önerisi sunulmuştur.

Bu araştırmalar sonucunda; atıklar, yakıt olarak doğalgazın kullanıldığı, fazla hava yöntemi ile çalışan bir döner fırında yakılarak, yakma işlemi sonucu oluşan gaz ve küllerin çevreye en az zarar verebilmesi için kireç ile reaksiyona sokulduğu, su püskürtülerek soğutma işlemlerine tabi tutulduğu, en az seviyeye indirgenen baca gazlarının, elektrostatik veya torbalı filtrenin kullanıldığı, uygun ölçülere sahip bir bacadan havaya verildiği, oluşan küllerin toplanıp gömüldüğü bir tesis modeli oluşturulmuştur.

Bu tesis sayesinde atıkların yakılarak bertarafı ile atıklar, hacim olarak %95, kütleli olarak %75 oranında azaltılacaktır.

Hedeflenen hastalık ve çevre kirliliği riski en az seviyeye indirgenecek ve atıkların yakılmasından elde edilecek enerjinin buhar, elektrik ve ısı enerjisi olarak kullanılması ile tesisin işletme giderleri önemli ölçüde karşılanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi Atıkların Bertarafı, Yakma Fırınları, Yakma Tesisi, Bertaraf Etmek.

ABSTRACT

The medical wastes in Mersin are regularly collected, heaped up and finally buried by Mersin Municipality at an area around Cavusoglu District. This constitutes a high potential risk for human health.

On this study, ISTAC, IZAYDAS and AKDENIZ UNIVERSTY models were examined a suitable method suggested by considering the environment in Mersin and a detailed explanation provided. Suggested method for elimination is burial of the medical waste produced in Mersin 2000 ton/year.

At the end of these investigations; a facility model was constituted that includes natural gas fuel type burned in a rotating furnace that works with excess air method, exhaust gas and ashes were combined with a kind of lime not to damage the environment, a refrigeration process works with spraying water, reduced the minimal level of chimney gasses, electrostatic and bagged filter system, true chimney dimensions and finally a proper burying system where ashes collected.

By the method that will be established can be burned and sterilized and so these churns are reduced at a rate of 95% as volumetric and 75% gravimetric.

In this way, the target risk of disease and pollution can be minimized and facility's vital managing expenses are covered by burning these churns and so getting steam, electric and heat energy from this process.

Keywords: Medical wastes, İncineratör, Burning plant, To eliminate

TEŞEKKÜR

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım bu çalışmanın tüm aşamalarında öneri ve eleştirileriyle beni yönlendiren ve çalışmanın meydana gelmesinde büyük katkısı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf ZEREN'e çok teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmanın her aşamasında beni yönlendiren, her türlü katkıları ve desteğiyle yardımcı olan eşim Onur MERT'e ,

Manevi destekte bulunan kardeşim Özgür İBİŞ'e,

Her türlü kaprislerimi çeken, elinden gelen her konuda yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Serap ŐİMŐEK'e,

Değerli zamanının 2 gününü bana ayırdığı için sevgili arkadaşım Ulaş KORKUT 'a,

Tezi büyük bir titizlikle okuyup eksiklerin belirlenmesinde bana çok büyük yardımları olan hocam Gülden ERSÖZ'e,

Ve tezimin araştırma aşamasında gerekli verilere ulaşmamda yardımcı olan Mersin Çevre Koruma Daire Başkanlığı Zabıta Komiser Yardımcısı Sayın Orhan ULUKIŐLA'ya teşekkürlerimi iletmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKÜRLER	iii
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. SAĞLIK KURULUŞLARINDA ÇIKAN ATIK ÇEŞİTLERİ	2
2.2. TIBBİ ATIKLARIN TANIMI	3
2.2.1. Tıbbi Atıklar	
2.2.1.1. Bulaşıcı Atık	5
2.2.1.2. Patolojik Atık	5
2.2.1.3. Kesici-Delici Atık	5
2.3. TIBBİ ATIK YÖNETİMİ	
2.3.1. Tıbbi Atıkların Ayrı Toplanması	6
2.3.2. Tıbbi atıkların Geçici Depolanması	7
2.3.3. Tıbbi Atıkların Bertaraf Alanına Taşıma	8
2.4. HASTANE ATIKLARININ BERTARAFINDA	8
KULLANILAN YÖNTEMLER	
2.4.1. İşleme Sokmadan Atma	8
2.4.2. Kanalizasyon Sistemine Boşaltım	8
2.4.3. Kimyasal İşlem ve Dezenfeksiyon	9
2.4.4. Buhar ile Sterilizasyon	9
2.4.5. Mikrodalga Işınlama	9
2.4.6. Yakma	9
2.4.6.1. Yanma Reaksiyonları	11
2.4.6.2. Yanma Reaksiyon Ürünleri	12
2.4.7. Tıbbi Atıkların Zararsız Hale Getirilmesinde	13

Diğer Yöntemler	
2.5. TIBBİ ATIK YAKILMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER	13
2.5.1. Piroliz Yöntemi	13
2.5.2. Az Hava (Starved Air) Yöntemi	13
2.5.3. Fazla Hava (Excess Air)	14
2.6. İNSİNERASYON (FIRIN) TEKNOLOJİSİ	15
2.6.1. Döner Silindir Fırın	15
2.6.2. Modüler İnsinerasyon Ünitesi (Çift Odalı Fırında Yakma, Piroolitik Yakma Fırınları)	17
2.7. TIBBİ ATIK YAKMA TESİSLERİNDE OLUŞAN BAŞLICA KİRLLETİCİLER	18
2.7.1. Asit Gazlar	18
2.7.2. Partikül Parçacıklar	18
2.7.3. Ağır Metaller	19
2.7.4 Organik Bileşikler	19
2.8. YAKMA FIRINLAR İÇİN ÇEVRESEL KONTROL TEKNOLOJİLERİ	19
2.8.1. Genel Prensipler	19
2.8.1.1. Tozların Bertarafı	20
2.8.1.2. Asitlerin veya Alkalilerin / Bazların Temizliği	20
2.9. YASAL DÜZENLEME VE MEVCUT STANDARTLAR	21
3. MATERYAL VE METOD	22
3.1. MERSİN İLİNDE TIBBİ ATIK DURUMU (MATERYAL)	22
3.2. TÜRKİYE’DE TIBBİ ATIK UYGULAMALARI (METOD)	30
3.2.1. İSTAÇ A.Ş.	30
3.2.1.1. Atıkların Yakılması	31
3.2.1.2. Buhar Üretilmesi	33
3.2.1.3. Elektrik Enerjisi Üretilmesi	33
3.2.1.4. Atık Küllerinin Depolanması	33
3.2.1.5. Baca Gazlarının Kireçle Arıtılması	34

3.2.1.6. Bacadan Atılan Kirletici Değerler	37
3.2.1.7. İSTAÇ A.Ş. Tıbbi Atık Yakma Tesisi Teknik Özellikleri	40
3.2.2. Akdeniz Üniversitesi	41
3.2.2.1. Antalya Örneği ve Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırınının İşletilmesi	42
3.2.2.2. İşletme İle İlgili Ortaya Çıkan Sorunlar	45
3.2.3. İZAYDAŞ	46
3.2.3.1 Tesisin Çalışma Prensipleri	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	48
4.1. YAKMA YÖNTEMİ	48
4.2. FIRIN TİPİ	48
4.3. KULLANILACAK YAKIT	49
4.3.1 Mersin İlinde Kullanılacak Yakıt Maliyet Analizi	50
4.4. BACA GAZI	54
4.5. TOZ BERTARAFI	54
4.6. ALKALİ VEYA ASİTLERİN TEMİZLENMESİ	54
4.7. FİLTRE TİPİ	54
4.8. ENERJİ DEĞERLENDİRİLMESİ	54
4.9. KÜLLER	55
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
6. KAYNAKLAR	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge 2.1. Hastane Atıklarının Sınıflandırılması	4
Çizelge 3.1. Mersin İli 2008Yılı-Ocak Ayı Toplam Tıbbi Atık Miktarı	24
Çizelge 3.2. Tıbbi Atık Bileşenlerinin Özellikleri	29
Çizelge 3.3. Tıbbi Atık Yakma Tesisleri Bacasından Atılmasına İzin Verilen Kirleticiler ve Ölçülen Değerler	37
Çizelge 3.4. Yakma Fırını Baca Gazı Emisyon Standartları ve Analiz Sonuçları	44
Çizelge 4.1. Tıbbi Atıkları İşleme ve Bertaraf Etme Seçeneklerinin Temel Avantaj ve Dezavantajlarının Özeti	49
Çizelge 4.2. Alternatif Yakıtların Isıl değerleri	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİLLER	SAYFA
Şekil 2.1. Uluslararası Tıbbi Atık Torbası ve Tıbbi Atık Amblemi	6
Şekil 2.2. Kesici-Delici Atık Kabı	7
Şekil 2.3. Tıbbi Atık Geçici Deposu	7
Şekil 2.4. Yakma Fırınlarının Basit Akış Şeması	10
Şekil 2.5. Döner Fırın	16
Şekil 2.6. İSTAÇ A.Ş. Döner Fırını	16
Şekil 3.1. Mersin Büyükşehir Belediyesi Çöp Toplama Aracı	23
Şekil 3.2. Mersin İli Çöp Alanı	24
Şekil 3.3. İSTAÇ A.Ş. Tıbbi Atıkların Konveyöre Yüklenmesi	31
Şekil 3.4. Tıbbi Atıkların Fırına Beslenmesi	32
Şekil 3.5. Yakma Fırını	32
Şekil 3.6. Yakma Sonucu Oluşan Küller	33
Şekil 3.7. İSTAÇ A.Ş. Küllerin Römorka Yüklenmesi	34
Şekil 3.8. İSTAÇ A.Ş. Çöp Alanı	34
Şekil 3.9. İSTAÇ A.Ş. Kireç ile Arıtma	35
Şekil 3.10. İSTAÇ A.Ş. Bacası	36
Şekil 3.11. İSTAÇ A.Ş. Tıbbi Atık Yakma Tesis Şeması	38
Şekil 3.12. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını Kesiti	42
Şekil 3.13. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Tesisi	44
Şekil 3.14. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını	45
Şekil 3.15. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını	45
Şekil 4.1. Yakıt Isıl Değerleri	52
Şekil 4.2. Yıllık Yakıt Miktarı (Mersin İli İçin)	53
Şekil 4.3. Tesis Yakıt Maliyeti (Mersin İli İçin)	53

1.GİRİŞ

Toplumun tüm kesiminde olduğu gibi hastanelerde de her geçen gün artan atılabilen türde (disposable) ürünlerin kullanımı sonucu üretilen atık miktarı sürekli artmaktadır. Sağlıkla ilgili işlemler sonucunda oluşan atıkların %75-90'ı risksiz veya halk sağlığını tehdit etmeyen genel atıklar iken geri kalan kısmı riskli atıklardan oluşur.

Hastane atıkları içinde enfekte, farmösotik, patolojik, çeşitli kimyasal ve radyoaktif atıklar, ayrıca sivri uçlu ve kesici aletler olduğundan bunların genel atıklardan ayrı olarak toplanması ve işlem görmesi gerekmektedir. Bir kısmı tıbbi atık niteliğinde olan bu atıkların evsel nitelikteki katı atıklar ile birlikte aynı depolama alanına dökülmesi ülkemizde olduğu gibi Mersin İlinde de uygulanmaktadır.

Hastane atıklarının hiçbir işlemde geçmeden depolanması ya da geliş güzel bir alana yayılması, atılması çevre sorunlarına yol açar. Çünkü bu alanlardan yayılan tozlar, sızıntı suları, gazlar, enfeksiyon hastalıklarının yayılmasına, ayrıca bu sahalara gelen kedi, köpek, sinek gibi hayvanlar buradaki özellikle bulaşıcı etkenlerin (enfeksiyonun) yerleşim bölgelerine taşınmasına neden olabilir. Söz konusu bu sahalara gelen insanlar enfeksiyon kapma tehlikesine maruz kalabilirler.

Mersin ilinde her ne kadar tıbbi atıklar belediye ekiplerince toplanıp, çöp alanında açılan kuyulara atılıp gömülme işlemlerinden geçiriliyor ise de, tıbbi atıkların imhası konusunda bilinçli bir planlama ve hareket tarzının olmayışı, halkın ve personelin konuyla ilgili olarak yeterince eğitilmemiş olması nedeniyle ilimizde tıbbi atıklar hala önemli bir çevre sorunu olmaya devam etmektedir. Atıkların ayrı toplanması, paketlenmesi, geçici depolanması ve taşınması konularında büyük ilerlemeler kaydedilmesine rağmen, özellikle tıbbi atıkların işlemde geçmesi ve bertaraf edilmesi konularında teknolojik yetersizlikler ve ihmaller söz konusudur. Atıkların bertaraf edilmesinin amacı, tıbbi atık tehlikesinin tamamen ortadan kaldırılmasıdır. Bu amaçla birçok yöntem uygulanmakla beraber en çok kullanılan yöntemlerden biri de yakmadır. Atıklar çevreye verdikleri zararların yanı sıra insan ve çevre sağlığını tehdit etmesi nedeniyle de Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği gereği yakılarak bertaraf edilmelerinin kural haline getirilmesi zorunludur.[1]

Bu bağlamda bu çalışmada; Mersin ilinde oluşan yaklaşık 2000 ton/yıl tıbbi atığın yakılarak bertaraf edilmesi için İSTAÇ, İZAYDAŞ ve 1993 yılında kurulup

ekonomik kaygılar sebebi ile 7-8 yıl sonra kapatılan AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ örnekleri incelenmiş, uygulamanın detaylı bir betimlemesi yapılmış ve çevresel açıdan ve Mersin ili açısından uygun olabilecek uygun bir tıbbi atık yakma sistem modeli önerisi sunulmuştur.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tıbbi atık bertarafı ile ilgili araştırmalar ve konuyla ilgili makaleler aşağıdaki sıralamaya göre gözden geçirilmiştir:

2.1. SAĞLIK KURULUŞLARINDA ÇIKAN ATIK ÇEŞİTLERİ

Sağlık kuruluşlarından kaynaklanan atıklar 4'e ayrılır:

1. Evsel nitelikli atıklar:

- a) Genel atıklar,
- b) Ambalaj atıkları,

2. Tehlikeli atıklar,

3. Radyoaktif atıklar.

4. Tıbbi atıklar:

- a) Enfeksiyoz atıklar,
- b) Patolojik atıklar,
- c) Kesici-Delici atıklar.[2]

2.2. TIBBİ ATIKLARIN TANIMI

Tıbbi Atıklar; tıbbi tesislerde (hastaneler, sağlık ocakları vb.), araştırma birimlerinde ve laboratuarlarda oluşan tüm atıkları içermektedir. Bunlara ilave olarak, "küçük" veya "dađılmıŐ" kaynaklar olarak görülen, örneğin evlerdeki tıbbi faaliyetler sonrasında oluşan atıkları da (diyaliz, insulin iğneleri vb.) kapsamaktadır.

Dünya Sağlık rgt tıbbi atıkları; sağlık kuruluŐları, laboratuarlar, araştırma kurumları tarafından üretilen tüm atıklar ile evde tıbbi bakım işlemleri gibi küçük ve dağınık kaynaklardan ortaya çıkan her türlü atık olarak adlandırmaktadır.[3]

Ülkemizde düzenlenen yasal mevzuat olan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre ise tıbbi atık; sağlıkla ilgili faaliyet gösteren ünitelerden kaynaklanan patolojik, enfekte ve kesici delici atıklardır.[1]

Tıbbi Tesislerde ortaya çıkan atıkların %75 - %90 kadarı, evsel atıklarla mukayese edildiğinde, risk taŐımayan, diğer bir deyimle "genel" tıbbi atıklarıdır. Bunlar genelde tıbbi kuruluşlarının yönetimsel/idari iŐlevlerinden kaynaklanmakta olup tıbbi tesislerin; bina ve mŐtemilatlarının bakımları esnasında açığa çıkan atıkları içermektedir. Geriye kalan %10–25 oranındaki tıbbi atıklar ise tehlikeli atık olarak nitelendirilmektedir ve bunlar sağlık için çeşitli riskler yaratmaktadır.

Tıbbi atıklar evsel katı atıkların dıŐında havada suda ve toprakta kalıcı özellik gösteren ve ekolojik dengeyi bozan atıklar olduğundan tehlikeli ve zararlı atık

sınıfına girer. Bu tür atıkların üretim, taşıma, depolama ve bertarafına ilişkin özel önlemler alınması gerekir.[3]

Çizelge 2.1. Hastane Atıklarının Sınıflandırılması [4]

Atık Sınıfı	
1.Tıbbi atık	Patojen içerdiğinden kuşku duyulan atıklar,laboratuvar kültürleri karantinalardan oluşan atıklar, bulaşıcı hastalık taşıyan kişilere temas etmiş olan peçeteler (temizlik bezleri), malzeme veya ekipmanlar, kan ve diğer vücut sıvıları.
<i>a)Enfekte Atık</i>	
<i>b)Patolojik atık</i>	İnsan dokusu (vücut parçaları, plasenta, fötüs, deney hayvanları, ceninler).
<i>c)Kesici- delici atık</i>	Kesici atıklar (iğneler, aşı setleri, bisturiler, bıçaklar, jiletler, kırık camlar).
2.Tehlikeli atık	Ecza içeren atıklar (günü geçmiş ilaçlar, eczanelerde kirlenmiş eşyalar şişeler).
<i>a)Farmasötik atık</i>	
<i>b)Genotoksik atık</i>	Genotoksik özellikli malzemeler içeren atıklar, sitostatik ilaçlar içeren atıklar (sıkça kanser tedavisinde kullanılır), genotoksik kimyasallar.
<i>c)Kimyasal atık</i>	Kimyasal malzeme içeren atıklar (laboratuvar ayıraçları, film banyoları vakti geçmiş veya kullanılmayan dezenfektanlar, çözücüler).
<i>d)Yüksek miktarda ağır metal içeren atık</i>	Piller, kırık termometreler, civalı tansiyon ölçme aletleri.
<i>e)Basınçlı konteynerler</i>	Gaz silindirleri, gaz kartuşları, aerosol kutuları.

3.Radyoaktif atık	Radyoaktif malzeme içeren atıklar (radyoterapi veya laboratuvar araştırmalarından arta kalan sıvılar, kirlenmiş cam eşyalar, ambalajlar veya emici kağıtlar), korunması (ambalajı) olmayan radyoaktif kaynaklar veya hastalardan alınan ve korumalı (ambalajlı) saklanan ürün /dışkı türü atıklar.
--------------------------	--

2.2.1. Tıbbi Atıklar

2.2.1.1. Bulaşıcı Atık

Enfeksiyon yapıcı etkenleri taşıdığı bilinen veya taşınması muhtemel başta kan ve kan ürünleri olmak üzere her türlü vücut sıvıları ile insan dokuları, organları, anatomik parçalar, otopsi materyali, plasenta, fetus ve diğer patolojik materyali; bu tür materyal ile bulaşmış eldiven, örtü, çarşaf, bandaj, flaster, tamponlar, eküvyon ve benzeri atıkları; hemodiyaliz ünitesi ve karantina altındaki hastaların vücut çıkartılarını; bakteri ve virüs tutucu hava filtrelerini; enfeksiyöz ajanların laboratuvar kültürlerini ve kültür stoklarını; araştırma amacı ile kullanılan enfekte deney hayvanlarının leşleri ile enfekte hayvanlara ve çıkartılarına temas etmiş her türlü malzemeyi, veterinerlik hizmetlerinden kaynaklanan atıklardır. [5]

2.2.1.2. Patolojik Atık

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

2.2.1.3. Kesici-Delici Atık

Enjektör ve diğer tüm deri altı girişim iğneleri, 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 atıklar.[6]

2.3. TIBBİ ATIK YÖNETİMİ

2.3.1. Tıbbi Atıkların Ayrı Toplanması

Tıbbi atıkların diğer atıklardan ayrı toplanması ve geçici depolanması sağlık kuruluşlarından, depolardan alınarak taşınması ve imha edilmesi Belediyelerin, denetim ve yaptırım ise Çevre ve Orman Bakanlığının sorumluluğundadır. [7]

Tıbbi atıkların toplanmasında:

Yırtılmaya, delinmeye, patlamaya ve taşımaya dayanıklı, orijinal orta yoğunluklu polietilen hammaddeden sızdırmaz, çift taban dikişli ve körüksüz olarak üretilen, çift kalınlığı 100 mikron olan, en az 10 kg kaldırma kapasiteli üzerinde görülebilecek büyüklükte ve her iki yüzünde “Uluslararası Biyotehlike” amblemi ile “DİKKAT! TIBBİ ATIK” ibaresini taşıyan kırmızı renkli plastik torbalar kullanılır. [Şekil 2.1.]



Şekil 2.1. Uluslararası Tıbbi Torbası ve Tıbbi Atık Amblemi

Kesici-delici atıklar diğer atıklardan ayrı olarak delinmeye, yırtılmaya, kırılmaya ve patlamaya dayanıklı, su geçirmez, açılması, karıştırılması mümkün olmayan, üzerinde “Uluslararası Biyo Tehlike” amblemi ile “DİKKAT! KESİCİ ve DELİCİ TIBBİ ATIK” ibaresi taşıyan plastik veya aynı özelliklere sahip kartondan yapılmış kutu veya konteynırlar içerisinde toplanır. [8] [Şekil 2.2.]



Şekil 2.2. Kesici-Delici Atık Kabı

2.3.2. Tıbbi Atıkların Geçici Depolanması

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre 20 yatak ve daha fazla yatak kapasiteli üniteler, geçici tıbbi atık deposu inşa etmekle veya ilgili kuruluşun görüşü alınarak aynı işlevi görecektir konteynır bulundurmakla yükümlüdür.

Depolar en az 3 günlük atığı alacak kapasitede olmalıdır. Depoların dışarı doğru sürgülü, atıkların kolayca boşaltılacağı kapıları olmalıdır. Kapıların üzerinde “Uluslararası Biyo Tehlike Amblemi” ve “Tıbbi Atık Deposu” ibaresi bulunmalıdır. Atık toplama araçları kolayca girebilmelidir.



Şekil 2.3. Tıbbi Atık Geçici Deposu

2.3.3. Tıbbi Atıkların Bertaraf Alanına Taşıma

Tıbbi atıkların geçici atık depoları ve konteynırlar ile ünitelerden alınarak bertaraf tesisine taşınmasından Büyükşehir Belediyeleri, diğer yerlerde ise Belediyeler ve yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar sorumludur. Atıklar tıbbi atık taşıma lisansı alınan araçlar ile taşınır.

Tıbbi atık taşıma araçlarının teknik özellikleri:

- Kapalı olmalı,
- Sıkıştırma mekanizması bulunmamalı,
- İç yüzeyi temizlenebilir ve paslanmaz olmalı,

- Dik köşeler içermemeli,
- Aracın dış yüzeyi turuncu renkte olmalı,
- Aracın sağ, sol ve arka yüzeyinde “Uluslararası Biyo Tehlike” amblemi ile “Dikkat Tıbbi Atıklar” ibaresi bulunmalıdır.[9]

2.4.HASTANE ATIKLARININ BERTARAFINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Atıkların işlenmesi ve elden çıkarılması konusunda birçok seçenek vardır. Tıbbi atıkların risk ve özelliklerine göre, işlem metodlarının, fiyat, kullanılabilirlik ve çevre etkileri açısından çeşitlilik göstermesi bu seçenekleri ortaya çıkarmaktadır.

2.4.1. İşleme Sokmadan Atma

Bazı ülkelerde tıbbi atıklar işleme tabi tutulmadan boş arazilere atılırlar. Ancak bu işlem sırasında işçilerin bu atıklarla temasını önleyecek her türlü önlem alınmalıdır. İnsan dokusu, kesici-delici atıklar ve klinik laboratuvar kültürlerinin işleme tabi tutulmadan atılması uygun değildir. [10]

2.4.2. Kanalizasyon Sistemine Boşaltım

Tıbbi kuruluşlar atık sularını daha sonra işleme tabi tutulmak üzere özel bir kanalizasyon sistemine boşaltmalıdırlar. Belediyelere ait bu işleme yerleri tüm biyolojik atıklar için inşa edilmiş olmalıdır. Sonuç olarak kanlar, vücut sıvıları ve diğer sıvılar bu kanalizasyon sistemine akıtılabilir. Bazı kuruluşlar patolojik atıkları da öğüterek bu sisteme vermektedirler. Kanalizasyona atılacak enfeksiyöz sıvılar, atık kaplarını boşaltırken sıçrama ya da havaya dağılma nedeniyle çalışanları enfeksiyona maruz bırakabilir. Bu nedenle özel maskeler gibi kontrol önlemleri alınmalıdır. Katı maddeler ve bakterilerden ayrışmayan atıklar için (örn. metaller ve plastikler) uygun değildir. [10]

2.4.3. Kimyasal İşlem ve Dezenfeksiyon

Kimyasal dekontaminasyon ve dezenfeksiyon belli tıbbi atıkların muamelesi için uygun etkisi kanıtlanmış bir tekniktir. [11] İyi bir kimyasal dezenfeksiyon için enfeksiyöz ajanın dezenfektanla uygun konsantrasyonda, uygun süre teması gereklidir. Yüzeyi kirli olan şeyler veya dezenfektanın kolayca penetre olabileceği atıklar kimyasal muameleye uygun olan atıklardır. Atıktaki nem ve organik maddeler bazı dezenfektanların etkinliğini azaltabilir. Bu uygulama üniteleri özellikle laboratuvar ve küçük klinikler için oldukça uygundur. Çok sayıda tıbbi atık üreten kuruluşlarda özel ünitelere gerek vardır. Dezenfektanların penetrasyonuna imkan vermediğinden patolojik atıklar için uygun değildir.[12]

2.4.4. Buhar ile Sterilizasyon

İnfeksiyöz ajanın belli ısıdaki buhar ile belli bir süre karşı karşıya kalması gereklidir. Patolojik atıklar gibi buharın kolaylıkla penetre olamayacağı atıklar için uygun değildir. Birçok atık için buhar sterilizasyonunu uygulamak çok kolay değildir. Taşıyıcılar ve torbalar buharın etkisini azaltırlar. Bir torbada çok farklı atıklar olabilir ki bunların her birine uygulanacak sterilizasyon şartlarını ayarlamak zordur. Diğer bir dezavantaj işlem sonunda atıklar tanınabilir ve tiksindirici bir görünümü vardır. [12]

2.4.5. Mikrodalga Işınlama

Mikrodalga tıbbi atıkların yok edilmesinde son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür bir ışınlama enfeksiyöz atıkların içersindeki nem ve suyu belli bir sürede ısıtarak etki gösterir. Bu nedenle atıklar önce parçalanmalı ve yeterince su ilave edilmelidir. Kuru, çok ıslak ve yüksek metal içeren atıklar için uygun değildir. [12]

2.4.6. Yakma

Yakma birçok tıbbi atığın işlenmesi için etkili bir metoddur. İnfeksiyöz ajanların yok edilmesinde güvenilir bir yoldur. Yanıcı özellikte olan kağıt ve plastiklerden enerji elde edilebilir. Yakma insan dokularının yok edilmesi içinde uygundur. Sağlık kuruluşlarından gelen atıkların hepsi için geçerli olmasa bile yakma güvenli bir işleme yöntemidir. Toksik metaller külde konsantre olabilir, bu nedenle civalı termometreler tıbbi ve enfeksiyöz atık olarak atılmamalıdır. Klorlanmış plastikler hidroklorik asit çıkışına neden olurlar. Tıbbi atık fırınlarının çoğu diğer

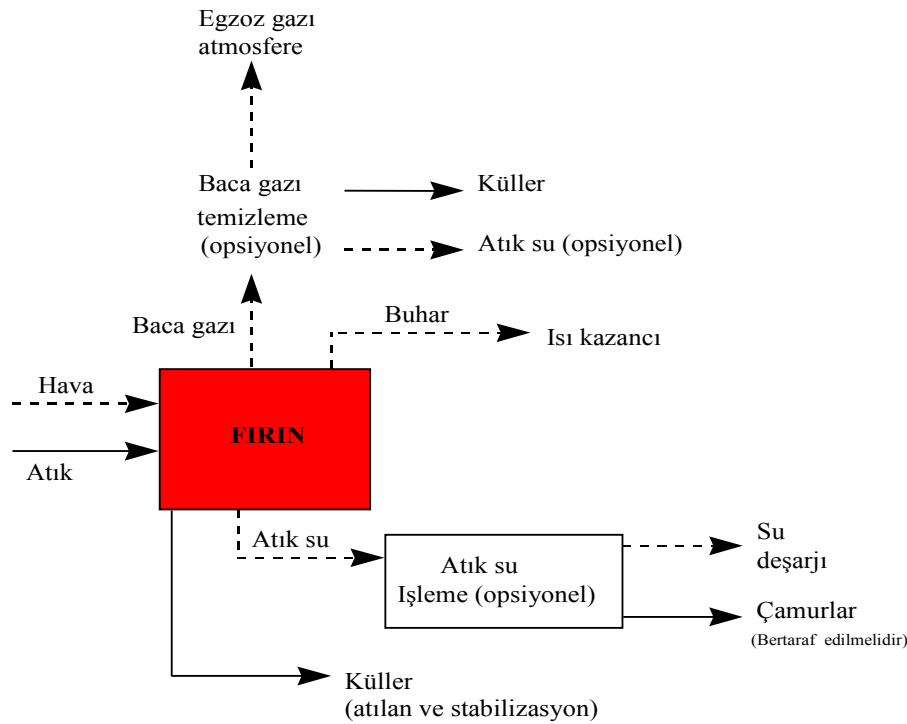
tıbbi atıklarla karışık olarak bulunan antineoplastik ilaçları yeterince yok edemezler. Bu ilaçlar tehlikeli atık fırınlarında kanuni düzenlemeler doğrultusunda yakılmalıdır.

Yakma işlemi yüksek sıcaklıkta gerçekleşen bir kuru oksidasyon işlemi olup organik ve diğer yanabilen atıkları inorganik, yanamayan maddelere dönüştürür. Sonuçta atıkların hacim ve ağırlıklarında büyük oranda azalma olur. Bu işlem genelde yeniden işleyip kullanılabilir hale getirilemeyen, yeniden kullanılamayan veya depolama sahalarında bertaraf edilmeyen atıkların işlenmesinde kullanılır.[3]

Katı atıkların özel olarak projelendirilmiş tesislerde hacim olarak azaltma ve/veya enerji elde etmek amacıyla yakılarak uzaklaştırma ve enerji kazanım yöntemidir.

Başlıca amacı depolama ile uzaklaştırılacak atık miktarının azaltılması olan yakma yöntemi ile katı ve tıbbi atıklar hacimce %80–90, ağırlık bakımından %75–80 oranında azaltılabilir.[3]

İşlem akışı şematik olarak şekil gösterilmiştir:



Şekil 2.4. Yakma Fırınlarının Basit Akış Şeması [8]

Organik bileşenlerin yakılması sonucunda, su buharı, karbondioksit, azot oksitler vb. gaz emisyonları, belirli zehirli maddeler (örn; metaller, halojenik asitler),

partiküler maddeler ve kül şeklinde katı atıklar oluşur. Eğer yakma koşulları uygun olarak kontrol edilmiyorsa, zehirli bir gaz olan karbonmonoksit açığa çıkar. Yakma işleminde açığa çıkan küller ve kirli bileşikler de içerebilecekleri için insan sağlığı ve çevreye ters etki oluşturmamaları için tekrar işleme tabi tutulmaları gerekebilir. Fırınlarda çıkan küllerde yanabilen maddelerden tam yanmamış olanlar toplam kütlede ağırlıkça %2'sini aşamaz. [9]

Tıbbi Atıkların Kontrol Yönetmeliği'ne göre tıbbi atıkların yakılarak bertaraf edilmesi gerekir.[1]

2.4.6.1. Yanma Reaksiyonları

İdeal anlamda karbon (C) ve hidrojenden (H) oluşan, çok değişik türde hidrokarbonların bileşimi olan fosil yakıtların yakılması sonucu, temel yanma ürünleri olan karbondioksit (CO₂) ve su buharı (H₂) meydana gelir. Fosil yakıtlar kömür veya katı atık gibi katı; fuel-oil veya sıvı hidrokarbonlar gibi sıvı ve metan veya diğer gaz hidrokarbonlar gibi gaz halinde olabilir. Yada bunların bir kısmının karışımından oluşabilir. Yakıtların bileşiklerinin kimyasal yükseltgenmesi (oksidasyon) sonucu ısı ve yanma ürünlerinin açığa çıktığı yanma prosesi, birbirinden farklı üç bileşenden oluşmaktadır.

Yakıt: Katı, sıvı veya gaz fazında olabilen yakıtlar, enerji bakımından C-C ve C-H bağlarının parçalanması sonucu ısı açığa çıkarırlar.

Yükseltgen: Kimyasal bağları kırarak yanma reaksiyonlarına yardım eden ve ısı açığa çıkmasını sağlayan madde. En yaygın olarak kullanılan yükseltgen oksijendir ve havada hacimce %21 oranında bulunmaktadır.

Seyreltici: Yanma reaksiyonlarında yer almayan ama yakıtı yükseltgeyici taşıma rolünü yerine getiren maddedir. En yaygın seyreltici havada hacimce %79 oranında bulunan azottur. Azot, yanma sürecinde ısı taşıyıcı olarak da görev almakta aynı zamanda yanma gazlarının büyük kısmını da oluşturmaktadır (saf oksijenin kullanıldığı süreçler hariç). Hava fazlasının kullanıldığı yanma süreçlerinde, verilen fazla hava da ilave seyreltici olarak iş görmektedir.

2.4.6.2. Yanma Reaksiyon Ürünleri

— Yakıttaki C-C ve C-H bağlarının yükseltgenme ürünleri olan karbondioksit ve su buharı.

— Yanma sisteminin ideal olmayan şartları sonucu meydana gelen tam olmayan yanma reaksiyonlarının ürünleri olan karbonmonoksit (CO), yanmamış hidrokarbonlar ve ikincil H-C bileşikleri.

—Yakıtta bulunan ve safsızlık olarak da tanımlanan kükürt, klor gibi elemanlar ve bazı metallerin yükseltgenme ürünleri. Bu bileşikler gaz, buhar ve /veya parçacık madde (toz) olarak oluşabilirler. Kükürt oksitleri (SOx), klorlu organik bileşikler (PBCleri dioksin ve furanlar gibi) bu gruptandır.

—Hava fazlasıyla beraber gelen oksijen, seyreltici olarak verilen azot ve bir kısım azotun yanma sistemi şartları sonucu oluşturduğu azot oksitleri (NOx)'dir.

Genelde bir yanma süreci şu temsili denklem ile ifade edilir:

Yakıt +Yükseltgen → Yanma Ürünleri + Isı [13]

Yakma Yönteminin Uygulanabilmesi için atığın taşınması gereken özellikler:

Isıl içeriğinin en az 2000 kcal/kg,

Yanabilir madde oranı % 60 ,

Yanamayan katıların oranı < % 5 ,

Yanamayan ince madde oranı < % 20 ,

Nem içeriği < % 30 olması gerekir.[14]

Yakma yöntemi ile uzaklaştırılamayan atıklar şunlardır;

Basınçlı konteynerler,

Reaktif kimyasal atıklar,

Radyoaktif atıklar,

Gümüş tuzları veya radyoloji atıkları,

Halojenli plastikler (PVC vb.),

Civa ve kadminyum,

Ağır metal ampulleri.[15]

2.4.7. Tıbbi Atıkların Zararsız Hale Getirilmesinde Diğer Yöntemler

Kuru ısı elektrotermel deaktivasyon, infrared ışınlama gibi yöntemler tıbbi atıkların işlenmesinde etkili diğer yöntemlerdir. Geliştirilmekte olan bu yöntemler diğerleriyle kombine edilerek daha etkin işleme ve yok etme sistemleri araştırılmaktadır. Bu tür yeni gelişen sistemlerde mekanik parçalama ve kesme işleme öncesinde ve sonrasında yapılabilmektedir.[12]

2.5. TIBBİ ATIK YAKILMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Tıbbi atıkların yakılarak bertarafı, sanayileşmiş ülkelerde, uzun zamandan beri başvurulan bir yöntemdir. Ancak son yıllarda çok değişik maddelerden oluşan bu atıkların yakılması sonucu önemli çevre kirliliğine neden olunabileceği (örneğin dioksin emisyonu) ortaya çıktığından seçilen yöntemin etkinliği daha titiz bir şekilde incelenmeye başlanmıştır.

Hastane atıkları kağıt ve karton, plastik, sıvı maddeler, anatomik parçalar, cam şişeler, tekstil maddeleri gibi çok çeşitli maddeler içerirler. Bu maddelerin yakılarak bertarafında kullanılacak üç yöntem bulunmaktadır:

- a) Piroliz,
- b) Az hava (Starved air),
- c) Fazla hava (Excess air). [16]

2.5.1. Piroliz Yöntemi

Organik maddenin oksijen yokluğunda ısıtılarak basit bileşenlerine parçalanması olayıdır. Doğru uygulanan piroliz yönteminde sisteme ya hiç oksijen verilmez, ya da ancak sürecin yürümesi 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 yakıtı ihtiyaç duyulur. Buna karşılık bu yöntem için gereklerin sağlanması çok güçtür. Örneğin çok pahalı ve kompleks önlemler kullanmadan insineratöre kontrolsüz hava girişinin önlenmesi mümkün değildir.[16]

2.5.2. Az Hava (Starved Air) Yöntemi

Hakiki piroliz yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir. Stokiyometrik olarak hesaplanan hava miktarının % 60 - % 90'ı birinci yanma odasına enjekte

edilir. Atık gazdaki organik maddelerin yanması ise, ikinci yanma odasında “Fazla hava” 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. Az hava yönteminin bu önemli özelliği ile özel emisyon kontrolüne gerek duyulmaması sağlanmıştır. Bu yöntemin diğer bir özelliği de yanma odasının sıcaklığının kontrol edilebilir olmasıdır. Atıklar, stokiyometrik hava ihtiyacı ile yakıldığında maksimum sıcaklık elde edilir. Atık stokiyomerikten daha fazla hava ile yakıldığında fazla hava gaz akımının soğumasına neden olur. Stokiyometrik hesaplanandan daha az hava kullanıldığında ise, mevcut hava miktarı atıkta bulunan tüm organik maddelerin yakılmasına yetmeyecektir. “Az hava” sisteminde ise verilen hava miktarı arttıkça daha fazla ısı ortaya çıkacak ve sıcaklık artacaktır.[16]

2.5.3. Fazla Hava (Excess Air)

Süreç esnasında, atıkların cins ve bileşimine göre, stokiyometrik olarak hesap edilen, ideal oksijen (hava) miktarı ile çalışılması durumunda bu atıkların teorik olarak tamamen bertarafı söz konusudur. Ancak hiçbir cihaz % 100 verimle çalışmadığından, atığın tamamen yakılabilmesi için stokiyometrik hesap edilenden (% 100) daha fazla oksijene (havaya) gereksinim duyulacağı açıktır. Hastane atıkları gibi nem oranları %60’ın üzerinde bulunan atıkların ilk yanma odasında ulaşılan sıcaklık 800°C’de otojenik yanması mümkün değildir, atıkların tamamen yanması için yanma odasına ideal olarak hesaplanandan % 75 - % 200 daha fazla hava verilir. Bu sistemlerin havalandırma fanları stokiyometrik hava ihtiyacının % 175 - % 300 fazlasını temin edebilecek şekilde boyutlandırılırlar.[17]

2.6. FIRIN (İNSİNERASYON) TEKNOLOJİSİ

Tıbbi atık yakılmasında kullanılan insineratörlerin iki ana tipi bulunmaktadır: “Döner Fırın” ve “Modüler İnsinerasyon Ünitesi” (çift odalı yakma, pirolitik yakma fırınları). Bunlardan modüler birimler, az hava ve fazla hava yöntemleri ile çalışabilirken, ikinci yanma odasına sahip olması gereken döner fırınlar fazla hava yöntemi ile çalışır.[18]

2.6.1. Döner Silindir Fırın

Döner fırınlı yakma tesisler, bir döner fırın ve bir yakma sonrası odasından oluşan tesislerdir. Bunlar özellikle kimyasal atıkların yakılarak bertarafında kullanılırlar ve bölgesel tıbbi atıkların bertarafı için uygundur.

Döner fırınlar içi refrakter tuğla ile kaplanan yatay eksenli etrafında dönebilen silindirik şeklindeki fırınlardır ve fazla hava yöntemine göre çalışırlar. Döner fırınlarının aksini dikeyle küçük bir açı yapacak şekilde tasarlanır (eğim % 3- 5). Atıklar doğrudan döner fırının içerisine üstten atılır. İkinci bir yanma odasında atık gazın içerdiği uçucu maddeler yakılır. Fırının dönme hızı 1-3 devir/dakika olup, bu dönme hareketi, atıkların oksijen ile daha iyi karışması sağlar, ancak bu türbülans ise atık gazın partiküler madde yükünü artırır. [19]

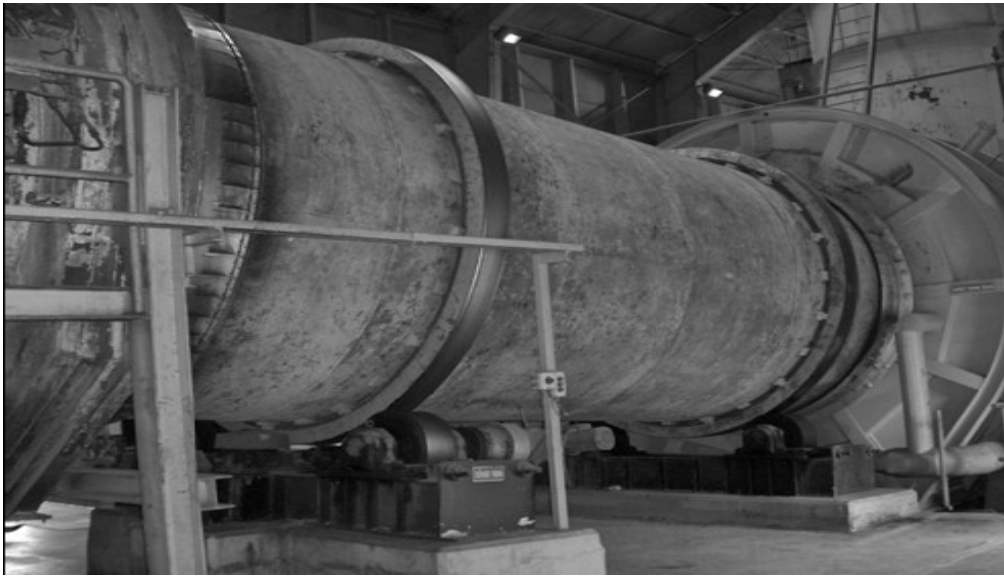
Döner fırınlı yakma tesisleri sürekli çalışabilmekte ve değişik besleme sistemlerine uygulanabilmektedir. Yakma süreci, alevle ya da yanan atıklarla başlatılır. Süreç kontrolü, dönme hızı ve dolma derecesi üzerine yapılır. Bu işlem dioksin ve furan gibi zehirli organik maddelerin büyük ölçüde tahrip edilmesini sağlar. Atık besleme esnasında yanma ünitesinde CO konsantrasyonu yüksekse tam yanma gerçekleşmiyor demektir. Bu durumda yanmamış hidrokarbonlar, dioksin ve furan gibi kirleticiler daha fazla miktarda olur. Bu gazlar ve tozlar artırılıp standartların altına düşürüldükten sonra bacadan atmosfere verilir.

Yakma tesisi düşük sıcaklıkta çalışıyorsa normal çalışma esnasında üretilenden 8–10 kat daha fazla dioksin ve furan oluşur. Dolayısıyla yüksek sıcaklıklarda çalışma yapılabilmesi için tıbbi atığın kalorifik değerinin yüksek olması veya yanma esnasında ilave yakıt kullanmak gerekir. [20]

Dolma derecesi, yaklaşık % 5'tir. Bu sınır değer üreticiden üreticiye değişebilir. Atıklar dönme silindirik fırında, tam yanma sağlayıncaya kadar kalmalıdır. Bu kalma süresi atık cinslerine, kullanılan teknolojiye ve işletme şartlarına bağlı olmakla birlikte yaklaşık 1 saat kadar olmaktadır. Yanma sıcaklıkları da yine atıkların özelliklerine ve özellikle kalorifik değerlerine bağlıdır. İlâve edilen hava, atıkla birlikte doğru akımla fırından geçer.

Tesis, yanma hücreğine bağlı bir son yanma bölümüne(ikinci yanma odası) sahip olmalıdır. En az % 6 oksijen ihtiva eden baca gazı, burada en az 2 saniye tutulduğunda, sıcaklık evsel atık için en az 850 °C'de, tehlikeli ve tıbbî atık için ise

en az 1200 °C'de olmalıdır. Sıcaklık sürekli kaydedilerek kontrol edilmelidir. Küller fırının altından boşaltılır. Fırın içinde aıĝa çıkan gazlar, yakma sonrası odasında yakılarak yok edilir ve bunun için de bu bölümler yüksek sıcaklıklarda çalışırlar. [20]



Şekil 2.5. Döner Fırın



Şekil 2.6. İSTAÇ A.Ş. Döner Fırını (Fotoğraf; Eylem İBİŞ MERT- 2008)

2.6.2. Modüler İnsinerasyon Ünitesi (Çift Odalı Fırında Yakma, Pirolitik Yakma Fırınları)

Bu teknoloji aynı zamanda kontrollu hava ile yakma diye de isimlendirilmektedir.

16

Pirolitik yakma fırını, bir ön yakma odasından ve bir de son yakma odasından oluşmaktadır ve çalışma şekli aşağıda özetlenmiştir:

Atıklar ön yakma odasına uygun atık torbalar veya konteynerlerle yüklenirler. Orta seviye-sıcaklıktaki yakma işleminde (800- 900° C), atıklar pirolitik ön yakma odası, oksijeni az bir ortamda kül ve gazlar oluşturacak şekilde termal olarak ayrıştırılmaktadır. Pirolitik odada işlemin başlatılması için yardımcı bir yakıt kullanılır. [19] ÖRN: Akdeniz Üniversitesi Yakma Fırınında işlemin başlaması için mazot ile yaklaşık 2 saatlik bir ısıtma yapılmaktadır.

Ön yakma odasında açığa çıkan gazlar yüksek sıcaklıklarda (900- 1200 ° C) çalışan ve ön yakma odasına göre daha yüksek miktarda oksijen (hava) içeren ikinci (son) yakma odasında en az 2 saniye yakılır. Burada duman ve kokular en aza indirilir.

Büyük pirolitik yakma fırınları (1-8 ton/gün kapasiteli) genellikle sürekli çalışma koşullarına uygun olarak tasarlanırlar. Bu fırınlarda atıkların yüklenmesi, oluşan küllerin temizliği ve yakılacak atıkların fırın içindeki hareketleri tam otomatik olarak gerçekleşir. Pirolitik yakma fırınlarında da emisyon gazlarının içindeki kirleticileri temizlemek için arıtma birimlerinin kurulması zorunludur. Ancak bu fırınlardaki yakma sıcaklıkları, diğer yakma tesislerinden daha yüksek seviyelerde olduğundan tehlikeli bazı kirleticiler de (yanarak) sistemden uzaklaştırılabilmektedir. Ayrıca bu tesislere atıklar PVC türü klorlu bileşen içermeyen PE / PP türü plastik malzemedan yapılmış kapalı ambalajlar içinde getirilmekte ve bu nedenle pirolitik fırınlarda bu tür atıklardan kaynaklanan emisyonlar minimum seviyelerde kalmaktadır.

Hastanelerde sıkça kullanılmakta olan küçük ebatlı, yeterince bakımlı pirolitik yakma fırınları egzoz-gazı temizleme ekipmanları gerektirmezler. Büyük tesisler için gereklidirler. Atıkların düşük kalorifik (ısı) değerleri 3500kcal/kg (14650kj/kg) değerini geçmelidir. Bunların külleri % 1'den az yanmamış malzeme içerir ki bunlar depolama sahalarına gönderilerek bertaraf edilebilir.

Ancak, dioksin türü bileşenlerin açığa çıkmasını engellemek için, atıklar fırınlara klor (ve tercihan klor bileşiklerinden hiç biri) içermeyen plastik torbalar/konteynerler içinde verilmelidir. Bu fırınlarda yakma sıcaklıkları, uzman operatörlerin ve gelişmiş yakma sistemleri sayesinde, tıbbi atıkların yakıldığı diğer tesislerdeki sıcaklık seviyelerine yakındır. Bu sistemlerden çıkan gazlar da yine diğer yakma fırınlarında görülen düzeneklere benzer düzeneklerden geçirilerek arıtılır. Bu ünitelerde genellikle dioksin-furan arıtması yapılmadığı için PVC gibi klorlu bileşen içeren atıkların buralarda yakılmamasına ayrıca büyük özen gösterilmelidir.

Bu fırınların kapasiteleri 200 kg/gün ile 10 ton/gün arasındadır. Hastanelerde 1 ton/gün kapasitesinin altındaki fırınlar kullanılmaktadır. [6]

Modüler insineratörlerin önemli avantajları, düşük maliyetleri, baca gazı emisyonlarına karşı ilave önlem gerektirmemeleri ve döner fırınlara oranla inşa edilmelerinin daha kolay olmasıdır. [13]

2.7. TIBBİ ATIK YAKMA TESİSLERİNDE OLUŞAN BAŞLICA KİRLİTİCİLER

2.7.1. Asit Gazlar

- Hidroklorik asit (HCL)
- Kükürt dioksit (SO₂)
- Kükürt trioksit (SO₃)
- .Hidroflorikasit (HF)
- Azotoksitler (NO_x)
- Karbon monoksit (CO)

Bu asit gazları içinde HCL atık içerisindeki klorlu plastiklerden, SO₂ kükürtlü bileşiklerden, SO₃ baca gazında SO₂'nin oksitlenmesinden, HF atık içindeki florokarbonlardan, NO_x yanma içinde kullanılan hava ve yakıt içindeki azotun yüksek yanma sıcaklığında oksijenle reaksiyona girmesi, CO ise tam olmayan yanma sonucu oluşur.[21]

2.7.2. Partikül Parçacıklar

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 içerebilirler.

Duman, tam olmayan yanma sonucu oluşan genelde karbon ve diğer yanabilen maddelerden meydana gelen aerosollerdir.

Kurum, yanma neticesinde parçacıklarının birleşmesinden meydana gelen ve tam olmayan yanma neticesinde oluşan katran ihtiva eden partiküllerdir. Partiküller elektrostatik filtre veya torbalı filtre ve kısmen ıslak arıtıcılarda diğer partiküllerle birlikte tutulur. [22]

2.7.3. Ağır Metaller (arsenik, kadmiyum, kurşun, civa)

Bunlar atık içerisindeki metal bileşiklerden kaynaklanmakta, yanma sonucu parçacık veya gaz fazında baca gazında oluşmaktadır. Parçacık şeklinde olan ağır metaller diğer partiküllerle birlikte yukarıda bahsedilen partikül tutma sistemlerinde tutulur. 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 bacagazının soğutulması ile birlikte yoğunlaşma sonucu tutulurlar.

2.7.4. Organik Bileşikler (dioksin ve furanlar)

Kısaca dioksin olarak bilinen poliklorlu dibenzo-p-dioksinler ve benzeri bileşikler insan sağlığı açısından en tehlikeli maddelerdendir. Poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD), poliklorlu dibenzo-furanlar (PCDF) ve poliklorlu bifeniller (PCB), halojenli aromatik hidrokarbonlar sınıfına girmektedir. PCDD ve PCDF 2ler içinde en toksik olanının 2,3,7,8-TCDD (tetrakloro dibenzo dioksin) olduğu belirlenmiştir.

Dioksinler şu mekanizmalar sonucu oluşabilir:

1. Yanma esnasında dioksin içeren malzemelerin tam olarak yanmadan, parçalanmadan baca gazı ile birlikte çıkması.

2. Dioksin oluşturma potansiyeline sahip klorlu aromatik hidrokarbonların (örneğin PBC'lerin, klorlu fenollerin ve klorlu benzenlerin) yanma esnasında termal ayrışması ve uçucu küllerin yüzeyinde yoğunlaşarak absorbe olması.[23]

2.8.YAKMA FIRINLAR İÇİN ÇEVRESEL KONTROL TEKNOLOJİLERİ

2.8.1.Genel Prensipler

Yakma fırınlarının baca (egzos) gazları uçuşan küller, ağır metaller, dioksinler, furanlar, termal dayanıklı organik bileşikler, azotoksitler, kükürt, karbon ve hidrojenli halojenler içerir. Eğer baca gazları temizlenecek ise; bu işlemin en azından 2 aşamada yapılması gerekir. Birinci aşamada uçuşan küllerden kurtulmak için ‘tozdan temizleme’ işlemi yapılmalıdır. İkinci temizleme işlemi hidrojenli halojenler ve kükürt oksitlerinden kurtulmak için yapılan yıkama işlemidir. Bunlar (birinci ve ikinci kademe işlemleri) aşağıda kısaca açıklanmıştır. Karbonmonoksit ve azot oksitlerin azaltılmasında katalitik oksidasyon alışılmış bir yöntem değildir.

Yakma prosesi sonunda oluşun küller (atıklar), uçuşan küllerden daha az tehlikelidir. Bu küllerden oluşabilecek sızıntı ile yeraltı sularının kirlenmesi olasılığına karşı özel olarak yapılan depolama sahalarında küllerin bertaraf yapılmalıdır.[24]

Toz temizlemeden ve asit nötralizasyonundan sonra, baca gazları yakma fırını bacasından atmosfere verilir. Bu bacanın tasarımları ulusal yönetmeliklere uygun olmalıdır. Örneğin Fransa’daki yönetmelikler baca tasarımlarında minimum gaz çıkış hızının 12m/s olmasını garanti etmeyi şart koşmaktadır. [25]

2.8.1.1.Tozların Bertaraf

Yakma odalarından yaklaşık 900°C’de çıkan gazlar toz bertaraf ekipmanlarına ulaşmadan önce 300°C’ye kadar soğutulur. Bu genellikle ani soğutma kolonları veya banyoları diye adlandırılan soğutma kulelerinde sağlanır. Buradaki gazlar kapalı sistem içinde dolaşun su ile soğutulur. Isınmış olan bu su yakılacak atıkların ön ısıtmalarında veya başka amaçlarla yeniden kullanılabilir. Baca gazlarının soğutulması işlemi daha az verimli olmasına rağmen bazı durumlarda hava ile de yapılabilmektedir.

Atıkların yakılması esnasında ton başına yaklaşık olarak 25 ile 30 kg arasında toz açığa çıkarmaktadır.

2.8.1.2. Asitlerin veya Alkalilerin / Bazların Temizliği

Hidroflorik asit (HF), hidroklorik asit (HCl) ve sülfürik asit (H₂SO₄) gibi asitlerin bertarafında ıslak, yarı-ıslak, kuru olmak üzere üç işlem uygulanmaktadır:

Islak işlemede; gazlar püskürtme kulesinde soda veya kireç çözeltileriyle yıkanılır. Bu durumda hem gaz soğutulur hem de çok küçük partiküller temizlenmiş olur. Alkali çözelti, zaman zaman çözeltinin bir kısmının değiştirilmesi ile sürekli

olarak yeniden işlenip kullanılır hale getirilir (eğer baca gazı alkalinitesi problem yaratıyorsa, asidik sprey kullanılabilir). Atık sular, kanalizasyona gönderilmeden önce kimyasal nötralizasyon, flokülasyon ve çamur çökeltme işlemlerine tabi tutulmalıdır.

Yarı-ıslak süreçte; kireç çözültisi gaz kolonlarına enjekte edilir. Nötralizasyon işlemi sırasında oluşan tuzlar sistemden alınmak zorundadır.

Kuru işlem sürecinde ise, gaz kolonlarına kireç tozu enjekte edilir. Bu durumda da, nötralizasyon esnasında açığa çıkan tuzlar sistemden alınmak zorundadır.

Bu üç seçenek içinde ıslak işlem en verimli olanıdır. Ancak bu seçenekte açığa çıkan atık suyun temizlenmesi daha karmaşık bir arıtma işlemi gerektirir.

2.9.YASAL DÜZENLEME VE STANDARTLAR

22 Temmuz 2005 tarih ve 25883 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’ne göre; tıbbi atıklar başlığı altında patolojik, patojen, enfekte, kimyasal ve farmasotik atıklar ile kesici-delici malzemeler ile sıkıştırılmış kaplar incelenmektedir. Bu atıkların kırmızı renkli üzerinde uluslararası tıbbi atık amblemi bulunan 150 mikron kalınlığındaki torbalarda kaynağında ayrılarak toplanması öngörülürken, evsel nitelikteki atıkların Madde 11’e göre ayrı olarak ve siyah torbalarda toplanması gerekmektedir.

(Madde 11- Evsel nitelikli atıklar, tıbbi, tehlikeli ve ambalaj atıklarından ayrı olarak siyah renkli plastik torbalarda toplanırlar. Ayrı toplanan evsel nitelikli atıklar, ünite içinde sadece bu iş için ayrılmış taşıma araçları ile taşınarak geçici atık deposuna veya konteynerine götürülür ve ayrı olarak geçici depolanırlar. Evsel nitelikli atıklar toplanmaları sırasında tıbbi atıklar ile karıştırılmazlar. Karıştırılmaları durumunda tıbbi atık olarak kabul edilirler.) [1]

Bunların yanı sıra geri kazanılabilen maddeler arasında bulunan serum ve ilaç şişeleri gibi cam malzemelerin dezenfekte edilerek Madde 12’ye göre mavi plastik torbalarda toplanması, tekrar kullanılmalarının önlenmesi için, kırılarak hurda cam olarak değerlendirilmesi de öngörülmektedir.

(Madde 12- kâğıt, karton, plastik ve metal ambalaj atıkları, kontamine olmamaları şartıyla diğer atıklardan ayrı olarak mavi renkli plastik torbalarda toplanırlar. Serum ve ilaç şişeleri gibi cam ambalaj atıkları ise, yine kontamine

olmamaları şartıyla cam ambalaj kumbaralarında, kumbara olmaması halinde ise diğer ambalaj atıkları ile birlikte mavi renkli plastik torbalarda toplanırlar. Kullanılmış serum şişeleri ayrı toplanmadan önce, uçlarındaki lastik, hortum, iğne gibi hasta ile temas eden kontamine olmuş materyallerden ayrılır. [1]

Anılan yönetmeliğe göre tıbbi atıkların yakılarak bertaraf edilmesi esastır. Bu yakma tesislerinin özel şartlara sahip olmaları gerekli olup, evsel nitelikteki atıkların yakılması için kullanılması söz konusu değildir.

Tıbbi atık yakma fırınlarının yakma kısımları iki bölmeden oluşmaktadır: Yönetmeliğe göre birinci bölmedeki sıcaklığın 900°C olması ve ikinci ve son yakma bölgesindeki gazların 1200° C'de en az 1,5 saniye tutulabilmesi gerekmektedir.[1] Döner silindirik ve pirolitik fırınlar yönetmeliğe uygundur.

Yönetmelik gereği günlük kapasitesi 1 ton/ saat' den az olan tesislerin baca gazı emisyonlarında sağlanması gereken sınır değerler şöyledir:[16]

<u>Madde</u>	<u>Emisyon Standartları (mg/m³)</u>
Toplam Partikül	100
Ağır metal ve bileşikleri (Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, As)	5
Hg, Cd	5
HCl	100
HF	1
CO	100
SO ₂	300
NO ₂	100
Toplam Organik C	100
Toplam poliklorlu dibenzo-p-dioksin ve poliklorlu dibenzofuranlar	0.1ng/ m ³

3. MATERYAL VE METOD

3.1. MERSİN İLİNDE TIBBİ ATIK DURUMU (MATERYAL)

Mersin İlinde yıllık yaklaşık 2000 ton tıbbi atık çıkmaktadır. Bu atıklar Mersin Büyükşehir Belediyesi tarafından iki adet tıbbi atık toplama aracı ile Huzurkent –Tece, kuzeyde Gözne üçgeninde, Erdemli Devlet Hastanesi de dahil

olmak üzere belirlenen günlerde sağlık ocakları, poliklinikler, hastaneler ve özel kurumların da için de olduğu 108 birimden toplanmakta ve Çavuşlu çöp döküm alanında evsel atıklardan ayrı olarak açılan çukur içerisinde üzerlerine kireç dökülerek bertaraf edilmektedir. Kullanılmakta olan tıbbi atık taşıma araçları Mersin Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından lisanslandırılmıştır. Ayrıca tıbbi atıkların toplanmasında görevli iki personel gerekli eğitime tabi tutulmuştur.

Bu işlemler İl Çevre Müdürlüğü tarafından yönetmeliğin 53. maddesine göre denetlenmektedir. Yönetmeliğin 24. maddesine göre standartlara uygun olmayan atıklar belediye ekiplerince alınmamaktadır

(Madde 53- Bu Yönetmelik kapsamına giren bütün faaliyetlerin, bu Yönetmelik ve diğer çevre mevzuatına uygun olarak yapılıp yapılmadığını denetleme yetkisi Bakanlığa aittir.)[1]

(Madde 24- Tıbbi atıkların bertaraf sahasına güvenli bir şekilde taşınmasının sağlanması amacıyla, tıbbi atıkları bu Yönetmelikte belirtilen teknik kriterlere haiz torba ve kaplar içinde, belirtilen usul ve esaslara uygun şekilde biriktirmek ve ambalajlamak zorundadırlar.) [1]



Şekil 3.1.Mersin Büyükşehir Belediyesi Çöp Toplama Aracı

[Fotoğraf: Eylem İBİŞ MERT-2008]



Şekil 3.2. Mersin ili Çöp Alanı [Fotoğraf: Eylem İBİŞ MERT-2008]

Geçici atık deposu veya konteynerler içinde, başta görevli personel olmak üzere çevre ve insan sağlığını korumak için, taşımayı olumsuz etkileyecek şekilde ağzı bağlanmamış, yırtılmış, patlamış, dökülmüş tıbbi atık torbaları ve kapları ile tıbbi atık torbası haricinde başka bir torba ile tıbbi atık atıldığı veya tıbbi atıkların konteynerlere doğrudan boşaltıldığı tespit edilmesi halinde, tespit edilen olumsuzluk giderilene kadar hiçbir suretle tıbbi atıklar toplanmaz ve taşınmazlar. [1]

Çizelge 3.1 Mersin İli 2008Yılı-Ocak Ayı Toplam Tıbbi Atık Miktarı

S.N.	KURUMLAR	ATIK MİKTARI (KG)
1	ADANALI OĞLU SAĞLIK OCAĞI BAŞTABIPLIĞI	12
2	MERKEZ M. ADNAN ÖZÇELİK SAĞLIK OCAĞI	119
3	ARPAÇBAHŞİŞ SAĞLIK OCAĞI	47
4	ARPAÇSAKARLAR SAĞLIK OCAĞI	41
5	MERKEZ ÇAĞDAŞKENT SAĞLIK OCAĞI	52
6	ÇAMLİBEL SAĞLIK OCAĞI	153
7	ÇAVAK SAĞLIK OCAĞI	4
8	ÇAY MAHALLESİ SAĞLIK OCAĞI	32
9	ÇEŞMELİ SAĞLIK OCAĞI	17
10	MERKEZ ÇİFTLİK SAĞLIK OCAĞI	24
11	ÇUKUROVA MAHALLESİ SAĞLIK OCAĞI	54

12	DAVULTEPE SAĞLIK OCAĞI	139
13	DERİ VE ZÜHREVBİ HASTALIKLARI	6
14	DİKİLİTAŞ SAĞLIK OCAĞI	14
15	MERSİN DEVLET HASTANESİ	19580
16	ERDEMLİ DEVLET HASTANESİ	2318
17	ERDEMLİ 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	18
18	ERDEMLİ 3 NOLU SAĞLIK OCAĞI	42
19	MERKEZ GÖKKUŞAĞI SAĞLIK OCAĞI	7
20	HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI	382
21	HUZURKENT SAĞLIK OCAĞI	36
22	KALITSAL KIANHASTALIKLARI MERKEZİ	205
23	KARACAİLYAS SAĞLIK OCAĞI	33
24	KARGI PINARI NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	81
25	KAZANLI SAĞLIK OCAĞI	22
26	KOCAVİLAYET SAĞLIK OCAĞI	2
27	KUYULUK SAĞLIK OCAĞI	57
28	DR.MEHMET İNAN ANA ÇOCUK SAĞLIĞI VE AİLE PLANLAMASI	196
29	MEZİTLİ 1 NOLU SAĞLIK OCAĞI	81
30	MEZİTLİ 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	374
31	RESUL SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	6
32	SELAHATTİN YANPAR SAĞLIK OCAĞI	70
33	SITMA SAVAŞ DISPANSERİ	4
34	ŞEVKET SÜMER MAHALLESİ SAĞLIK OCAĞI	64
35	SOĞUCAK SAĞLIK OCAĞI	6
36	TECE SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	31
37	TOROS DEVLET HASTANESİ	10970
38	TOROS DEVLET HASTANESİ SEMT POLİKLİNİĞİ	141
39	TOZKOPARAN SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	54
40	M.Ü. ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ	17755
41	VEREM SAVAŞ DISPANSERİ	4
42	YALINAYAK SAĞLIK OCAĞI	54
43	YENİ MAHHALLE SAĞLIK OCAĞI	164
44	MERKEZ 1 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	78
45	MERKEZ 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	100
46	MERKEZ 4 NOLU S.O. TABİPLİĞİ TİCARET BORSASI	89
47	MERKEZ 5 NOLU S.O. TABİPLİĞİ A.SERTAŞ	252
48	MERKEZ 6 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	42
49	MERKEZ 7 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	37
50	MERKEZ 8NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	109
51	MERKEZ 9 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	32
52	MERKEZ 10 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	8
53	MERKEZ 11 NOLU S.O. TABİPLİĞİ PALMIYE	49
54	MERKEZ 12 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	123
55	MERKEZ 13 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	18

56	MERKEZ 14 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	10
57	MERKEZ 15 NOLU SAĞLIK OCAĞI TABİPLİĞİ	118
58	MERSİN KIZILAY KAN İSTASYONU	257
59	MEZİTLİ SAHİL SAĞLIK OCAĞI	81
60	M.KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI	8564
61	ÖZELAKADEMİ TIP MERKEZİ	12
62	ÖZEL AKDENİZ SAĞLIK OCAĞI	6
63	AK - MED MERSİN ÖZEL SAĞLIK HİZMETLERİ	223
64	ANADOLU CAM SANAYİ	8
65	ATA MERSİN	914
66	ATA ERDEMLİ DİYALİZ	444
67	AYÇA ÖZEL TIP POLİKLİNİĞİ	35
68	BEYAZ TIP POLİKLİĞİ	6
69	ÖZEL MERSİN DİYABET MERKEZİ	445
70	ÖZEL ÇAMLİBEL POLİKLİNİĞİ	36
71	ÖZEL YENİ DEVA TIP POLİKLİNİĞİ	129
72	ÖZEL DİYAMER DİYALİZ HİZMETLERİ	656
73	ÇUKUR OVA İNŞAAT MAK. SAN. VE AŞ.	35
74	DR.FATİH ERAY MUAYENEHANE	14
75	DR. UĞUR KARATAŞ MUAYENEHANE	22
76	DUYGU TIP MERKEZİ ÖZEL ANA SAĞLIĞI	460
77	ÖZEL GÖNÜL ŞİFA TIP POL.	4
78	GÜNEŞ TIP HİZMETLERİ	6
79	İMC HASTANESİ	4609
80	ÖZEL MERSİN KURTULUŞ POLİKLİNİĞİ	24
81	ÖZEL MERSİN LAZER GÖZ HASTANESİ	86
82	ÖZEL MERSİN LİMAN POLİKLİNİĞİ	136
83	MERSİN DİYALİZ HİZMETLERİ	836
84	ÖZEL MERSİN FİZİK TEDAVİSİ REHABİLİTASYON	65
85	YENİ GÖKSÜ TIP HİZMETLERİ	17
86	MEZİTLİ DUYGU TIP MERKEZİ	260
87	MODERN ÖZEL TIP HİZMETLERİ	143
88	MSM YAPI İNŞAAT TEKSTİL LTD. ŞTİ.	120
89	ODAK PATOLOJİ	36
90	ÖNDER SAĞLIK KABİNİ	4
91	MERSİN ÖZDE TIP MERKEZİ	657
92	RNC MERSİN HEMODİALİZ	444
93	SAĞLIK TIBBİ TAHLİL LAB.	8
94	MERSİN SİSTEM ÖZEL TIP HİZMETLERİ	665
95	SODA SANAYİ A.Ş.	33
96	TANI TIBBİ TAHLİL LAB.	7
97	TANRI ÖVER DOĞUŞ HASTANESİ	1237
98	TEZ ÖZEL SAĞLIK HİZM.	8
99	TRAKYA CAM	5
100	ÖZEL MERSİN UZMAN ATA TIP MERKEZİ	751
101	ÖZEL YAŞAM POLİKLİĞİ	10

102	ÖZEL YENİŞEHİR HASTANESİ	275
103	ÖZEL ŞEKERCİ TIP	16
104	MERSİN NEFROLOJİ ÖZEL DİYALİZ MERK.	738
105	ÖZEL MERSİN POL.	48
106	FRİTOLAY GIDA	8
107	MERSİN CAN DİYALİZ MERK.	45
108	MARİNA ÖZEL DİYALİZ MERK.	467
TOPLAM ATIK MİKTARI (Kg)		78856

Yönetmeliğin 53. maddesine göre 2008 yılı belediyeye kg başına tıbbi atık için ödenen para:

	<u>Kamu Kuruluşu</u>	<u>Özel Kuruluş</u>
2007 yılı;	0.88YTL/kg	1.10YTL/kg
2008 yılı;	0.95 YTL/kg	1.18YTL/kg

Buna göre; 2008 yılı Ocak ayında 108 birimden alınan toplam para 71 000 YTL' dir. [26]

HASTANE ATIKLARIN ORTALAMA KOMPOZİSYONU

Tıbbi Atık Türü	Kalorifik Değer (Kcal/kg)	Yoğunluk (Kg/m³)	Nem (%)	Isıl Değer (yanmış olarak) (Kcal/kg)
İnsan anatomisi	4500–6500	800–1200	70–90	500–2000
Plastikler	7500–11000	80–2300	0–1	7500
Temizleme süngerleri, Absorbantlar	4500–6500	80–1000	0–30	3000–6500
Alkol, dezenfektanlar	6000–7500	750–1000	0–0,2	6000–7500
Hayvan enfekteli anatomiler	500–9000	500–1300	60–90	500–3500
Cam	0	2800–3600	0	0
Yatak takımı, talaş, kağıt fekal maddeler	4500–5000	300–750	10–50	2200–4500
Yastık, kağıt selüloz	4500–6500	80–1000	0–30	3100–6500
Plastikler, şırıngalar	5500–11000	80–2300	0–1	5300–11000
Kesiciler, deliciler	30	7200–8000	1	30
Sıvılar, bakiyeler	0–5500	1000–1010	80–100	0–1100

Ağırlık bazında sıralama yapılırsa;

Plastik (%46)

Kağıt (%34)

Sıvı (%12)

Cam (% 7,5)

Anatomik (% 0,1)

Diğer (%0,1) atıkların izlediği görülmektedir. [28]

Hastane atıkları önemli miktarda plastik madde içermektedirler. Hastane atıklarının yaklaşık olarak % 15–20’si PVC’dir. Enfekte atıkların içinde de yaklaşık olarak %9–10 PVC bulunmaktadır.²⁹ Sağlık merkezlerinde kullanılan PVC’li malzemeler; tüpler, torbalar, endotracheal tüpler, döşek örtüleri, oksijen çadırlarıdır. Tıbbi atık içinde PVC gibi klorlu organik maddeler varsa yanma sonucu dioksin ve

furan gibi uçucu klorlu organik maddeler oluşur. PVC'ler ağırlıkça %50 klor içerirler. Bazıları dioksin, furan, PCB gibi kanser yapıcı maddelerdir.[25]

Bu tezde yukarıdaki genel veriler, Mersin İlindeki tıbbi atıklar için de kabul edilmiştir.

3.2. TÜRKİYE'DE TIBBİ ATIK BERTARAF UYGULAMALARI (METOD)

3.2.1. İSTAÇ A.Ş. (İstanbul Çevre Koruma ve Atık Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş.)

İstanbul'da 202 Sağlık Kuruluşundan günde toplam 20 – 24 ton civarında tıbbi atık toplanmaktadır. Bu Kuruluşlardan 134'ü Avrupa, 68'si ise Asya yakasında bulunmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde mevcut olan 20 yatak ve üzerindeki sağlık kuruluşlarının tıbbi atıkları İSTAÇ A.Ş. tarafından, 20 yatak kapasite altındaki kuruluşlarının tıbbi atıkları ise ilçe belediyeleri tarafından toplanıp Odayeri düzenli depolama alanı yanındaki tıbbi atık yakma tesisine getirilmektedir. [29]

İSTAÇ A.Ş. bir Belediye İktisadi Kuruluşudur. Yılda ortalama 6500 ton atık yakılarak bertaraf edilmektedir.(2004)

3.2.1.1. Atıkların Yakılması

Özel tıbbi atık araçları ile yakma tesisine gelen atıklar burada titreşimli besleme konveyör sistemi içerisine boşaltılır. Bu konveyör sistemi besleme haznesi üzerinde tartım hücreleri üzerine konmuş bulunan küçük bir konteynere doldurur.

Tıbbi atıkların fırına beslenmesi esnasında hava girmesinin önüne geçilmesi için, besleme haznesi aynı zamanda boşaltma ağzı olarak hizmet eden bir atık sürme sistemine bağlanır. Atık sürme sistemi tarafından atıklar, saatte 1 ton olacak şekilde dönerek çalışan bir fırın içerisine doldurulur. Fırın içerisinde kontrollü bir yanma gerçekleşir. Bu kısımdaki ateşleme havasının en aza indirilmesi suretiyle duman içerisindeki zehirli gazlar, en az toz istihsal edilmek suretiyle artırılır.

Döner fırının iç yüzeyi 4 kat ısı geçirmez tuğla ile kaplanmış olup, zehirli gazlardan sürekli arıtmanın sağlanması için bu fırın, enerji düzeyini en düşük seviyede tutan bir brülör ile teçhiz edilmiştir. 900-1000 °C'de yakılarak hacimsel olarak %95, kütleli olarak da %70 oranında azaltılarak zararsız hale getirilen atıklar ızgaraya gelir. Yakma fırınının içerisinde atıkların asgari alıkonma süresi 1 saattir.[4] Döner fırın 22 devir/saat ile çalışır.

Fırın devamında yanış sonrası ızgarası bulunur. Yanış sonrası ızgarası tamamen yanmayı sağlar. Boru içerisindeki türbülans, gazların iyi surette karışmasını temin eder ki bu, gazların tamamıyla yanması için bir ön şarttır. İkinci yanma odasında en az düzeyde olan bir sıcaklığın temin edilmesi için bir adet destekleme brülörü bulunmaktadır. Alıkoyma süresi, baca gazlarının tamamıyla yanmasının temin edilmesi için, 1200 °C 'de en az 1,5 saniyedir. Döner fırın içerisinde ve yanış sonrası ızgarasında istihzal edilen baca gazı, dar bir borudan geçerek ikinci bir yakma odasına (İYO) sevk edilir. [30]

Yardımcı yakıcılarda (brülörlerde) yakıt olarak fuel-oil kullanılmaktadır. Yanma işlemi fuel-oil başlatılır ve atığın sahip olduğu ısıl değerden yararlanılıp atık ile yanma işlemi sürdürülür. Eğer ısı düşük geliyor ise fuel-oil yerine mazot kullanılır. Çöpün kalorifik değerine göre sarfiyat 1 ton atık için 30 ile 80 lt arasında değişmektedir. [9]

İSTAÇ A.Ş. yakma tesisinde yakıt olarak fuel-oil yerine daha akıcı olması sebebiyle mazot kullanılması planlanmaktadır.

3.3.



Şekil

İSTAÇ A.Ş. Tıbbi Atıkların Konveyöre Yüklenmesi [Fotoğraf: Eylem İBİŞ MERT-2008]



Şekil 3.1 Tıbbi Atıkların Fırına Beslenmesi

Şekil 3.4. Tıbbi Atıkların Fırına Beslenmesi [3]



Şekil 3.5. Yakma Fırını[3]

3.2.1.2. Buhar Üretimi

Döner fırında yakılan atıklardan oluşan baca gazlarının ikinci yanma odasında 1200 °C tutulması ile ortaya çıkan ısıdan saatte maximum 5,22 ton 16 bar basınçlı buhar üretilir.

32

3.2.1.3. Elektrik Enerjisi Üretimi

Üretilen buhar, çalıştırılan Türbin Jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine çevrilir. Elde edilen enerji tesis bünyesinde kullanılır.

3.2.1.4. Atık Küllerinin Depolanması

Atıkların yakılması sonucu oluşan, yanıcı olmayan, yakılmaya gelen toplam atıkların kütesel olarak yaklaşık %30'u civarındaki kül, cüruf gibi maddelerin, döner fırından içinde su bulunan ızgaralara gelip, burada suya yapışarak soğuması sağlanır. Küller paletler ile römorka yüklenip, İstanbul Avrupa yakasında toplanan evsel atıklar ile birlikte tesis sahasında bulunan çöp alanına götürülüp gömülür..



Şekil 3.6. Yakma Sonucu Oluşan Küller [3]



Şekil 3.7. İSTAÇ A.Ş. Küllerin Römorka Yüklenmesi [Fotoğraf: Eylem İBİŞ MERT-2008]

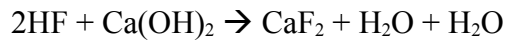
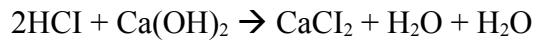
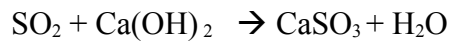


Şekil 3.8. İSTAÇ A.Ş. Çöp Alanı [Fotoğraf Eylem İBİŞ MERT- 2008]

3.2.1.5. Baca Gazlarının Kireçle Arıtılması

Tıbbi atıkların yakılması ile SO_x ve geniş miktarlarda HCL içeren baca gazları oluşur. Ekonomizer çıkışında sıcaklığı 170 ° C olan baca gazları, sıcaklığı düşürmek ve kuru kalsiyum hidroksitle reaksiyona hazırlamak için su püskürtme kulesine sevk edilir. Püskürtme kulesinden baca gazı, dearatörden gelen besleme suyu ile soğutulmaktadır. 140 °C de soğutulmuş olarak reaktöre gelir. Reaktörde kuru kalsiyum hidroksit enjeksiyonu ile baca gazındaki arzu edilmeyen komponentler reaksiyona tabii tutulur.

Kuru kalsiyum hidroksit (sönmüş toz kireç), kireç silosundan pnömatik taşıma sistemiyle dozlanmaktadır. Kireç³⁴ baca gazlarının içindeki arzu edilmeyen partiküller ve asitle reaksiyona girer.



Reaktörden çıkan baca gazı, soğumuş halde filtreye gönderilmiş olur. Reaksiyon ürünleri ve reaksiyona girmemiş olan fazla kireç 337 m² filtre yüzeyine sahip (PULSE JET Tipi) torbalı filtreden geçirilerek filtre edilir. Burada tutulan tozlar çuvallarda toplanarak depolama alanında özel bir bölümde depolanarak imha edilirler. [31]

Filtreden geçen baca gazı emiş fanı vasıtasıyla 50 m yksekliginde 0,6 m çapındaki bacadan 1440 m³/saat debiyle (max.) soğumuş halde yaklaşık 120 ° C de atmosfere bırakılır.



şekil 3.9. İSTAÇ A.ř. Kireç ile Arıtma [Fotoğraf: Eylem İBİş MERT-2008]

İSTAÇ A.ř. Tıbbi Atık Yakma Tesisi'nde dioksin ve furan değerleri kireç ilavesine rağmen sınır değerlerin üstüne çıktığı için ayrıca aktif karbonla muamele gerçekleştirilmektedir.[3]

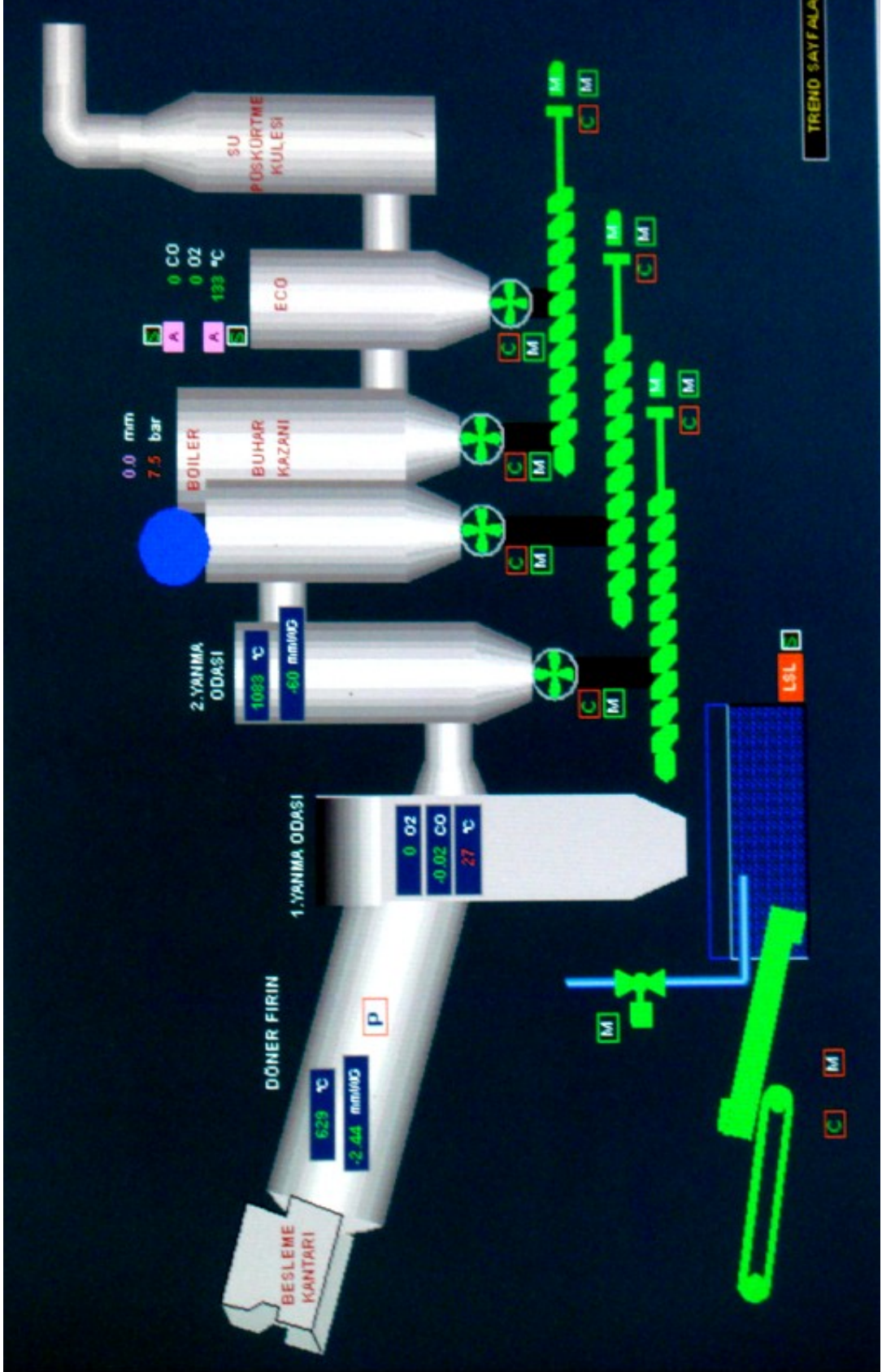


Şekil 3.10. İSTAÇ A.Ş. Bacası [Fotoğraf: Eylem İBİŞ MERT -2008]

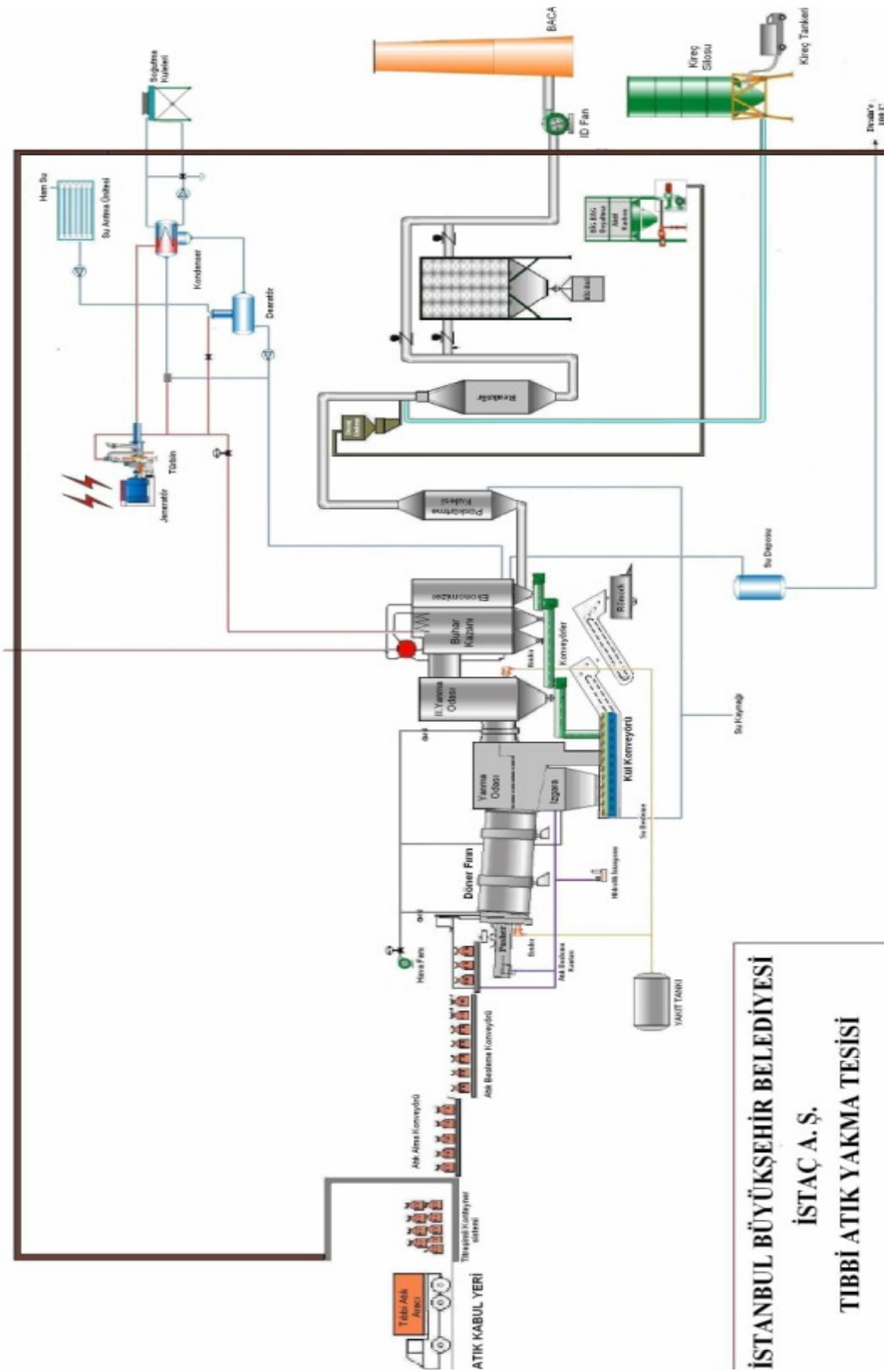
3.2.1.6. Bacadan Atılan Kirletici Değerler

Çizelge 3.3. Tıbbi Atık Yakma tesisleri Bacasından Atılmasına İzin Verilen Kirleticiler ve Ölçülen Değerler [12]

Kirleticiler	1 ton/saat > kapasiteli tesisler (mg/m³)	Ölçülen değerler (mg/m³)	Avrupa Topluluğu Değerleri
Toplam partiküller	100	3	10
Ağır metaller (Pb+Cr+Cu+Mn+Ni+As)	5	2	0,5
Hg+Cd	5	0,3638	Hg:0,005, Cd:0,05
HCl	100	39	10
HF	1	<0,1	1
CO	100	40	50
SO ₂	300	347	50
NO ₂	100	233	
Toplam organik karbon	100	2	10
Toplam dioksin ve furan(ng/m ³)	0,1	<0,1	0,1



Şekil 3.11. İSTAÇ A.Ş. Tıbbi Atık Yakma Tesis Şeması



Şekil 3.11. İSTAÇ A.Ş. Tıbbi Atık Yakma Tesis Şeması

3.2.1.7. İSTAÇ A.Ş. Tıbbi Atık Yakma Tesisi Teknik Özellikleri

GENEL:

Fırın kapasitesi	:1.0 ton/saat (3500 kcal/kg atık için)
Yakılabilecek Atık Kalori Değeri: Min.	: 2000 kcal/kg
	Max. : 4540 kcal/kg
Tesisin Termal Kapasitesi	: 3.500.000 kcal/saat

FIRIN:

Tipi	: Döner Fırın
Dönme Hızı	: 0-12 devir/saat
Fırın Hacmi	: 27.5 m ³
Fırın Uzunluğu	: 7.5 m
Fırın Çapı	: 2.73 m
Fırın Ağırlığı	: 14 ton

BACA GAZI TEMİZLEME ÜNİTESİ:

1.Su Püskürtme Kulesi

Kule Yüksekliği	:8 m
Kule Çapı	:2.2 m
Baca Gazı Debisi	:10980 Nm ³ /saat
Baca Gazı Giriş Sıcaklığı	:170°C
Baca Gazı Çıkış Sıcaklığı	:140°C

2.Reaktör

Kullanılan Bileşim	:Sönmüş Toz Kireç
Gaz Debisi	:10980 Nm ³ /saat
Reaktör Yüksekliği	:7.5m
Reaktör Genişliği	:1.6 * 1.6 m
Kireçleme Dozajı	:10-200 kg/saat

3. Filtrasyon Ünitesi

Filtre Tipi	: Pulse Jet III Torbalı Filtre
Filtre Adedi	: 210 Adet
Toplam Filtre Yüzeyi	: 337 m ²

BACA:

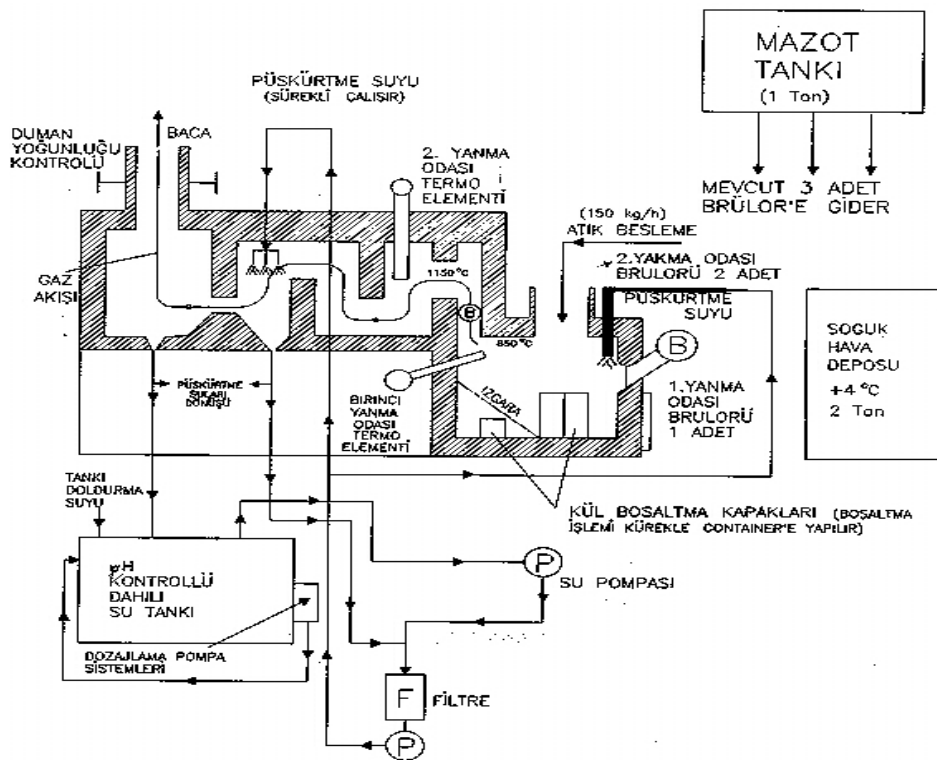
Baca Yüksekliği	: 50 m
Baca Çapı	: 0.60 m
Baca Fani Debisi	: 14000 Nm ³ /saat
Fan Statik Basıncı	: 534 mmSS [29]

3.2.2. Akdeniz Üniversitesi

Tıbbi katı atıkların bertarafı konusunda Antalya ilinin Türkiye genelinde özel bir yeri vardır. Antalya ili nüfus açısından ülkemizin en hızlı gelişen ilidir. 1980 yılında 750 000 olan toplam nüfus 1990 yılında 1 milyon olmuştur. 2000 yılında ise 1,5 milyon olması ve bu nüfusun yaklaşık % 65'inin şehir merkezlerinde yaşaması beklenmektedir. Antalya için diğer önemli bir konu da Nisan-Eylül ayları arasında çok yoğun şekilde ortaya çıkan turistik faaliyetlerdir. Yaz aylarında Antalya ilinin

nüfusu 3 kat artmaktadır. Bu nüfus artışı hava, su ve toprak kaynakları üzerindeki baskıyı da aşırı artırmaktadır.

Tıbbi atıklar konusunda Antalya'ya özellik kazandıran bir diğer olgu, Akdeniz Üniversitesi Kampüsü'nde tüm ilin ihtiyacına cevap verebilecek kapasitede 1993 yılında bir tıbbi atık yok etme firmı (insineratör) kurulmasıdır.[32] Ancak bu tesis 7-8 yıl sonra kapatılmıştır.



Şekil 3.12. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını Kesiti

3.2.2.1. Antalya Örneği ve Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırınının İşletilmesi

1993 yılında Antalya Akdeniz Üniversitesi Kampüsü'nde, Türkiye'de ilk olarak, tıbbi atıkların yakılması amacıyla modüler bir insineratör hizmete alınmıştır. (Şekil 3.12) Tıbbi atıklar, hastanelere dağıtılan kırmızı renkli ve "Dikkat, enfekte atık, sıkmayın, sıkıştırmayın..." yazan torbalarda toplanmakta, haftanın belirli günlerinde bu atıklar Büyükşehir Belediyesi tarafından tahsis edilmiş olan hastane

atıkları toplama aracı tarafından toplanarak insineratöre getirilmekteydi. Tesise gelen bu atıklar önce 2 ton kapasiteli soğuk hava deposuna alınarak +4°C’ de bekletilmekteydi. Toplanabilen atık miktarı fazla olmadığından atık miktarı ancak belli bir miktara (700- 800 kg) ulaştıktan sonra fırın devreye alınmaktaydı. Fırın yaklaşık iki haftada bir defa yaklaşık 6- 8 saat süre ile yakılmaktaydı.

Tam otomatik olarak kontrol edilen insineratör devreye alınmadan önce mazot ile iki saat kadar ısıtılmakta ve fırın yaklaşık 800 °C’ ye ulaştıktan sonra atık beslenmesi başlatılmaktaydı. Birinci yakma odasında ulaşılan sıcaklık maksimum 850 °C, iki adet brülörün çalıştığı ikinci yakma odasında ise maksimum 1100 °C’ de tutulmaktaydı.

Atıkların yaklaşık 10-15 kg’lık paketler halinde yükleyiciye konulmasıyla çalışmaya başlayan sistemde atıkların otomatik olarak yakma odasına dökülmesinden sonra oluşan dumanın yoğunluğuna göre kademeli olarak üç adet spray ve bacadan duman çıkışı önlenmiştir. İlk yanma ve ayrışma fazla hava sistemi ile yapılmış, gerekli hava yanlarda bulunan hava konilerinden sağlanmıştır. 1100 °C sıcaklığa ulaşılan ikinci yanma odasında gazların en az iki saniye kalması ile yanma tamamlanmaktaydı.

Yanma odalarından geçen gazlar içerdikleri partikül maddelerin ayrılacağı su sıyırma ünitesine gelmekte, burada asit-gaz ve partikül sıyırıcısı “wet scrubber” devreye girmekte ve gazların üzerine püskürtülen su ile HCl ve SO₂ gibi asit-gazlar içerisindeki katıların suda çökmesi sağlanmaktaydı. Bu sisteme “venturi scrubber” de denir. pH değerinin otomatik olarak ayarlandığı bir su tankından sirküle edilen su ile, Şekil 3.12.’ de görüldüğü gibi birinci yanma odasındaki püskürtücüler ile ikinci yanma odasının arkasındaki su püskürtücüleri beslenmekteydi. Bu su her yanma işlemi öncesinde değiştirilmekte ve kullanıldıktan sonra üniversitenin, tesisin yanında bulunan, atık su arıtma tesisine verilmekteydi.

Birinci ve ikinci yanma odalarından “scrubber”e varıncaya kadar olan mesafe içerisinde dört adet düşey engel bulunmaktaydı. Bu engeller ile gaz akımının yönü 90°C döndürülmekte ve partikül miktarı azaltılmaktaydı. Gazlar 22 m yüksekliğindeki paslanmaz çelikten yapılmış olan baca ile atmosfere verilmekteydi.

İnsineratörün işletilmesi esnasında gaz, sıvı ve katı olmak üzere üç çeşit atık oluşmaktaydı. Tesis hizmete alınırken İl Çevre Müdürlüğü tarafından yapılan gaz

analizlerinin uygun çıkması üzerine tesise ruhsat verilmiştir. Dolayısıyla emisyon değerlerinin Çizelge 3.4.'de verildiği gibi olması beklenmekteydi.[32]

Çizelge3.4. Yakma Fırını Baca Gazı Emisyon Standartları ve Analiz Sonuçları (Resmi Gazete 1993)

<u>Madde</u>	<u>Emisyon Standartları</u> <u>(mg/m³)</u>	<u>A.Ü. Yakma Fırını</u> <u>Sonuçları (mg/m³)</u>
Toplam Partikül	100	50
Ağır metal ve bileşikleri (Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, As)	5	2
Hg, Cd	5	0.064
HCl	100	
HF	1	
CO	100	5.5
SO ₂	300	95
NO ₂	100	



Şekil 3.13. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Tesisi [32]



Şekil 3.14. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını [32]



Şekil 3.15. Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atık Yakma Fırını [32]

3.2.2.2. İşletme İle İlgili Ortaya Çıkan Sorunlar

Söz konusu tesisin çalıştırıldığı dönemlerde, saatlik kapasitesi 150 kg'dı. Mevcut uygulamada en önemli sorun temin edilebilen atık miktarının çok yetersiz düzeyde kalmasıydı. Bu atıklar ağırlıklı olarak Akdeniz Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'nden kaynaklanmaktaydı. Daha büyük hastaneler olan Devlet ve Sosyal Sigortalar Hastaneleri atık göndermemekteydi. Bu hastanelerin bünyesinde atık bertarafı için tahsis edilen fiyat ile 1 kg tıbbi atığın yakılma maliyeti arasındaki fiyat farkının kapatılamaması nedeniyle söz konusu iki hastanenin atıkları hiç bir

önlem alınmadan doğrudan doğruya Kepez'de bulunan gayri nizami şehir çöplüğüne dökülmekteydi. Bu şekilde yaklaşık 50 ton civarında tıbbi atık, şehir çöplüğüne gönderilmekteydi. Kontrol altına alınamayan tıbbi laboratuvarlar ile sayısız doktor muayenehaneleri ile sağlık ocakları bu hesaba katılamamaktaydı.

Tesisin günlük, haftalık ve aylık bakımlarının düzenli yapılması ile tesisin çevreye zarar vermeden çalışması sağlanmaktaydı. Ancak projelendirildiği anda şimdi yürürlükte olan yönetmelikler bulunmadığından ikinci yanma bölümünde sıcaklık öngörülen 1200 °C' ye çıkmamaktaydı. Bacadan dioksin gibi zehirli bir gazın çıkıp çıkmadığının tespiti yine mümkün olamamaktaydı. [32]

Akdeniz Üniversitesi tıbbi atık yakma ünitesinin yakma performansı tatmin edici düzeydeydi. Baca gazında bulunan maddeler, yakma işlemi sonunda kalan kül ve sıyırma suyunda yapılan ağır metal analizleri sonuçlarına göre tüm emisyon sınır değerlerine uyulmakta mevcut standartların çok altında bulunulmaktaydı.

Yakma işleminin doğru ve daha ekonomik olarak gerçekleşebilmesi için atıkların oluştukları, hastanelerde çok daha ciddi bir şekilde ayrılarak toplanması zorunludur. Bunun için de görevli personelin eğitimden geçirilmesi ve denetim mekanizmasının oluşturulması gereklidir. Çoğu kez torbaların içerisinde cam serum şişeleri bulunmakta, cam eriyince kütleler halinde diğer atıkların üzerinde örtü rolü oynayabilmekteydi. [32]

Tesis 2000 yıllarında mali açıdan yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı kapatılmıştır. Şu an tıbbi atıklar Anyalya ili çöp depolama alanına götürülerek üzerine kireç dökülerek gömülmektedir.

3.2.3. İZAYDAŞ (İzmit Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma ve Değerlendirme A.Ş.)

İZAYDAŞ'da atık kabulü ve yönetimi çerçevesinde tesise kabul edilen atıklar; tartılarak kaydedilmekte, numuneleri alınmakta ve analizleri yapılarak ilgili ara depolama alanlarına gönderilmektedir. Laboratuvar tarafından hazırlanan Günlük Yakma Menüleri'nde belirtilen atıklar, Döner Fırın'da 921 - 1150 °C sıcaklık aralığında ve ortalama 95-120 dakika kalış süresinde; Son Yakma Odası'nda ise 923-1250 °C sıcaklık aralığında ve min. 2,5 saniye kalış süresinde yakılmaktadır. Yakma işlemi, döner fırında propanla başlatılmakta ve fuel-oil beslemesi ile devam

etmektedir. Döner Fırın sıcaklığı 921°C'ye ulaştığında, atık beslemesi başlatılmaktadır. Yakma havası fanlar aracılığı ile bunker kasetlerinin üstünden veya atmosferden alınmaktadır. Yakmanın optimum sıcaklıkta gerçekleşebilmesi için gerektiğinde günlük yakma menüsü fuel-oil ile zenginleştirilmektedir. [17]

3.2.3.1. Tesisin Çalışma Prensibi

Endüstriden kaynaklanan plastik ve lastik atıklar, tıbbi atıklar, petro-kimya atıkları, PVC, solvent, boya artıkları, yapıştırıcı ve yapışkanlar, bunların ambalajları, standart dışı ve süresi geçmiş ürünler, arıtma çamurları, vb. tehlikeli atıklarla klinik atıkların yakılarak bertaraf edilmesine dayanır. Patlayıcı maddeler, radyoaktif atıklar, mezbaha atıkları, dışkı ve kadavralar tesise kabul edilmemektedir.

Atık kabulü ve yönetimi çerçevesinde tesise kabul edilen atıklar; tartılarak kaydedilmekte, numuneleri alınmakta ve analizleri (Tehlikeli Atık Kontrol Yönetmeliğine göre) yapılarak ilgili ara depolama alanlarına gönderilmektedir. Analizlerde araştırılan verilerden biride, atığın kalorifik değeridir. Eğer bu değer düşük ise, atıklar ayrı depolanıp bu özellikteki atıklarla birlikte fırına aktarılır. Döner ve dikey olmak üzere 2 fırın kullanılır. Döner fırında, tüm atıklar yakılmaktadır. Dikey fırında ise sadece sıvı atıkların yanması sağlanır. Yanma işleminin verimli olarak gerçekleşebilmesi için, sıvı atıklara döner fırındaki atıklardan daha fazla ısı verilir. Tesis yakma kapasitesinin sadece %1'i tıbbi atıklara aittir. Yani saat başı 41 kg tıbbi atık yakılmaktadır.

Atık analizi yapılarak bulunan kalorifik değer büyüklüğü, aynı zamanda atık bertaraf ücretini de belirlemektedir. Kalorifik değer ne kadar düşük ise ücret o kadar artmaktadır.

TESİSİN DİZAYN PARAMETRELERİ

Yakma Kapasitesi	: 35.000 ton/yıl (4100 kg/saat)
Katı Atıklar	: 2.500 kg/saat
Sıvı Atıklar	: 1.600 kg/saat
Isıl Değer	: 86 Gj/saat
Elektrik Üretimi	: 5,2 MW

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. YAKMA YÖNTEMİ

“Pirroliz” veya “az hava” yöntemlerinden herhangi birisinin gerçekleşebilmesi için en önemli şart, atığın organik karakterli olması gerekliliğidir. Diğer bir şart da, hedef sıcaklığına ulaşıldıktan sonra ek yakıtı ihtiyaç duyulmadan yanmanın sürdürülebilmesidir (otojenik yanma). Bu olgunun sağlanamaması durumunda stokiyometrik hava miktarının altında yakma uygulanması konseptinin bir anlamı bulunmamaktadır ve bu iki yöntemin en zayıf taraflarını oluşturmaktadır. [16]

Hastane atıkları gibi nem oranları % 60'ın üzerinde bulunan atıkların ilk yanma odasında ulaşılan yaklaşık 800 °C'de otojenik yanması mümkün değildir. Az hava insineratörleri genellikle kağıt atık yakmada kullanılırlar ve her iki yanma odası da relatif az miktarda yakıt ihtiyacına göre boyutlandırılır. Patolojik atık içeren bir torbanın birinci yanma odasına atılması durumunda ise bu atık otojenik olarak yanmaz ve ek yakıtı ihtiyaç duyulur. Bu atıkların yakılmasında yüksek miktarda ısı gerekli olup hava akımının da koordineli olarak artırılması zorunludur. Bir insineratörde sadece kağıt atık yakılması söz konusu olmayacağından, insineratörlerin fazla hava yöntemi ile çalışılabilecek şekilde dizayn edilmesi zorunlu olmaktadır.

4.2. FIRIN TİPİ

Çizelge 4.1. Tıbbi Atıkları İşleme ve Bertaraf Etme Seçeneklerinin Temel Avantaj ve Dezavantajlarının Özeti

İşleme bertaraf metodu	Avantajlar	Dezavantajlar
Döner Fırın	Tüm bulaşıcı atıklar, pek çok kimyasal atık ve ecza atıkları için uygun.	Yüksek yatırım ve işletme masrafları.
Modüler insineratörle yakma	Çok yüksek oranda dezenfektan verimlilik. Tüm bulaşıcı atıklara, pek çok kimyasal atıklara ve ecza atıklarına uygundur.	Sitozehirlilerin yetersiz imhası. Çok yüksek yatırım ve işletme masrafları.

İSTAÇ VE İZAYDAŞ örnekleri incelendiğinde iki tesis de döner fırın tipini kullanılmaktadır. Modüler insinerasyon tekniği Akdeniz Üniversitesi'nde kullanılmaktaydı.

Döner fırın sistemlerinde diğer sistemden daha az gelişmiş baca gazı emisyonu önlemlerine ihtiyaç duyulur. [19]

Döner fırınlar içi refrakter tuğla ile kaplanan yatay ekseni etrafında dönebilen silindirik şeklindeki fırınlardır. Atıklar doğrudan döner fırının içerisine atılır ve excess air yöntemine göre çalışırlar.

Modüler fırınlarda işlemin başlatılması için yardımcı bir yakıt kullanılır. Akdeniz Üniversitesi yakma fırınında yakma işlemi öncesi 2 saat ısıtma işlemi yapılmaktaydı. Döner fırınlara göre yatırım ve işletme maliyeti daha yüksektir

Bu sebeplerle Mersin İli için fazla hava yöntemi ile çalışan döner fırın tipi önerilmektedir.

4.3. KULLANILACAK YAKIT

4.3.1. Mersin İlinde Kullanılacak Yakıt Maliyet Analizi

Kurulması hedeflenen tesis kapasitesi: 2 10⁶ kg/yıl olacağı varsayılır ise;

1 kg atığın yanması için gerekli ısı enerjisi miktarı;

$$3500 \text{ kcal/kg [29]} = 14,63 \text{ Mj/kg}$$

Mersin ili tüm tıbbi atıkların yakılması için gerekli yıllık enerji ihtiyacı;

$$2 \cdot 10^6 \text{ kg/yıl} \times 14,63 \text{ Mj/kg} = 29,26 \times 10^6 \text{ Mj/yıl}$$

Çizelge 4.2. Alternatif Yakıtların Isıl değerleri: [33]

	<u>kcal/kg</u>	<u>Mj/kg</u>
○ Doğalgaz	12 313	51,468
○ Taş kömürü	6 100	25,498
○ Fuel-oil	10 500	43,89
○ Motorin	10 200	42,636
○ Sanayi linyiti	3 000	12,54

YAKIT→DOĞALGAZ→ Isıl değeri 12 313 kcal/kg [33] = 51,468 Mj/kg

Döner fırın %90 verim ile yakıldığı varsayılırsa;

$$51,468 \text{ Mj/kg} \times 90/100 = 46,321 \text{ Mj/kg}$$

$$\text{Yıllık Doğalgaz İhtiyacı: } \frac{29,26 \times 10^6 \text{ Mj/yıl}}{46,321 \text{ Mj/kg}} = 63,168 \text{ } 10^4 \text{ kg/yıl}$$

Yıllık Doğalgaz Maliyeti

$$\text{Doğalgaz birim maliyeti} = 0.652724 \text{ YTL/ m}^3 \text{ [34]}$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ doğalgazın ağırlığı(kg)} = 0,67 \text{ kg/ m}^3$$

$$0.652724 \text{ YTL/ m}^3 \times 1 \text{ m}^3/0,67 \text{ kg} = 0.9742 \text{ YTL/kg}$$

$$63,168 \text{ } 10^4 \text{ kg/yıl} \times 0.9742 \text{ YTL/kg} = \mathbf{61,538 \text{ } 10^4 \text{ YTL/ kg}}$$

YAKIT → FUEL-OİL → Isıl değeri = 43,89Mj/kg

Döner fırın %90 verim ile yakıldığı varsayılırsa;

$$43,89 \text{ Mj/kg} \times \frac{90}{100} = 39,5 \text{ Mj/kg}$$

$$\text{Yıllık Fuel-oil İhtiyacı; } \frac{29,26 \times 10^6 \text{ Mj/yıl}}{39,5 \text{ Mj/kg}} = 74,076 \text{ } 10^4 \text{ kg/yıl}$$

Yıllık Fuel-oil maliyeti;

$$\text{Fuel-oil birim fiyatı} = 1.86 \text{ YTL / kg[35]}$$

$$74,076 \text{ } 10^4 \text{ kg/yıl} \times 1.86 \text{ YTL/kg} = \mathbf{137,78 \text{ } 10^4 \text{ YTL/ kg}}$$

YAKIT → MOTORİN → Isıl değeri = 42,636 Mj/kg

Döner fırın %90 verim ile yakıldığı varsayılırsa;

$$42,636 \text{ Mj/kg} \times 0.90 = 38,4 \text{ Mj/kg}$$

$$\text{Yıllık Motorin ihtiyacı; } \frac{29,26 \times 10^6 \text{ Mj/yıl}}{38,4 \text{ Mj/kg}} = 76,198 \text{ } 10^4$$

Yıllık Motorin maliyeti ;

$$\text{Motorinin birim fiyatı} = 2.75 \text{ YTL/kg[35]}$$

$$76,197 \text{ } 10^4 \times 2.75 \text{ YTL/kg} = \mathbf{209,54 \text{ } 10^4 \text{ YTL/ kg}}$$

YAKIT → LİNYİT → Isıl değeri = 12,54Mj/kg

Döner fırın %90 verim ile yakıldığı varsayılırsa;

$$12,54 \text{ Mj/kg} \times 0,90 = 11,286 \text{ Mj/kg}$$

$$\text{Yıllık Linyit İhtiyacı; } \frac{29,26 \times 10^6 \text{ Mj/yıl}}{11,286 \text{ Mj/kg}} = 259,259 \times 10^4 \text{ kg/yıl}$$

Yıllık Linyit maliyeti;

$$\text{Linyit birim fiyatı} = 0,289 \text{ YTL/kg [37]}$$

$$259,259 \times 10^4 \text{ kg/yıl} \times 0,289 \text{ YTL/kg} = \mathbf{74,925 \times 10^4 \text{ YTL/ kg}}$$

YAKIT → TAŞKÖMÜRÜ → Isıl değeri = 25,498 Mj/kg

Döner fırın %90 verim ile yakıldığı varsayılırsa;

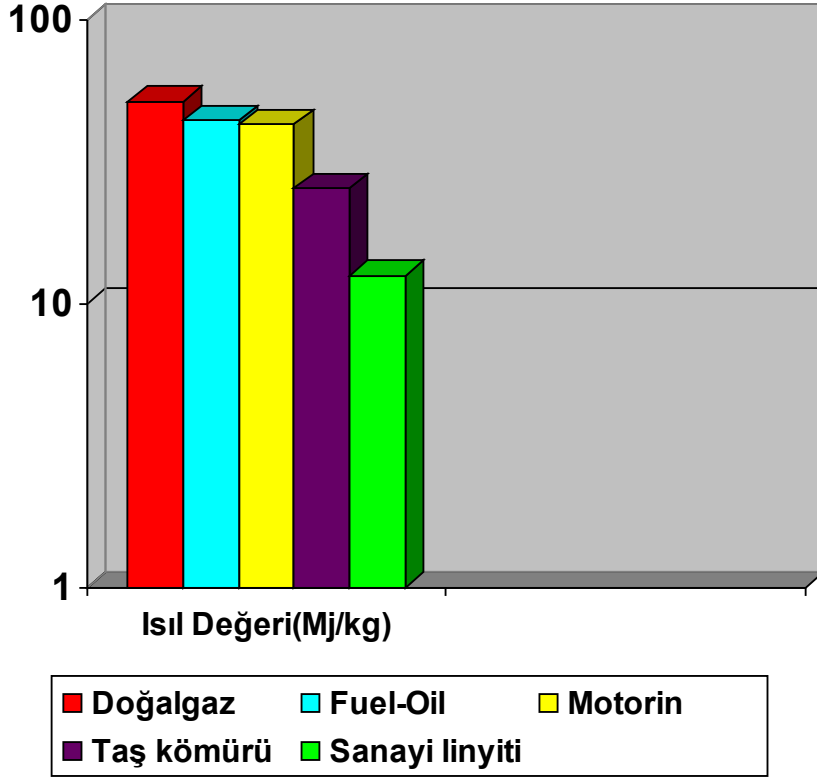
$$25,498 \text{ Mj/kg} \times 0,90 = 22,95 \text{ Mj/kg}$$

$$\text{Yıllık Taşkömürü İhtiyacı; } \frac{29,26 \times 10^6 \text{ Mj/yıl}}{22,95 \text{ Mj/kg}} = 127,495 \times 10^4 \text{ kg/yıl}$$

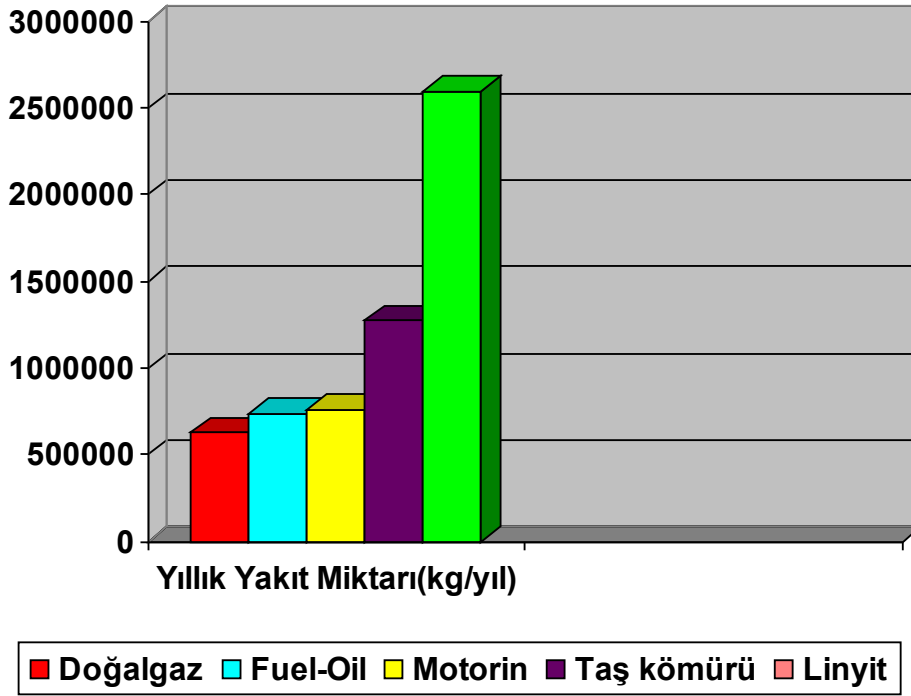
Yıllık Taşkömürü maliyeti ;

$$\text{Taşkömürü birim fiyatı} = 0,35 \text{ YTL/kg [37]}$$

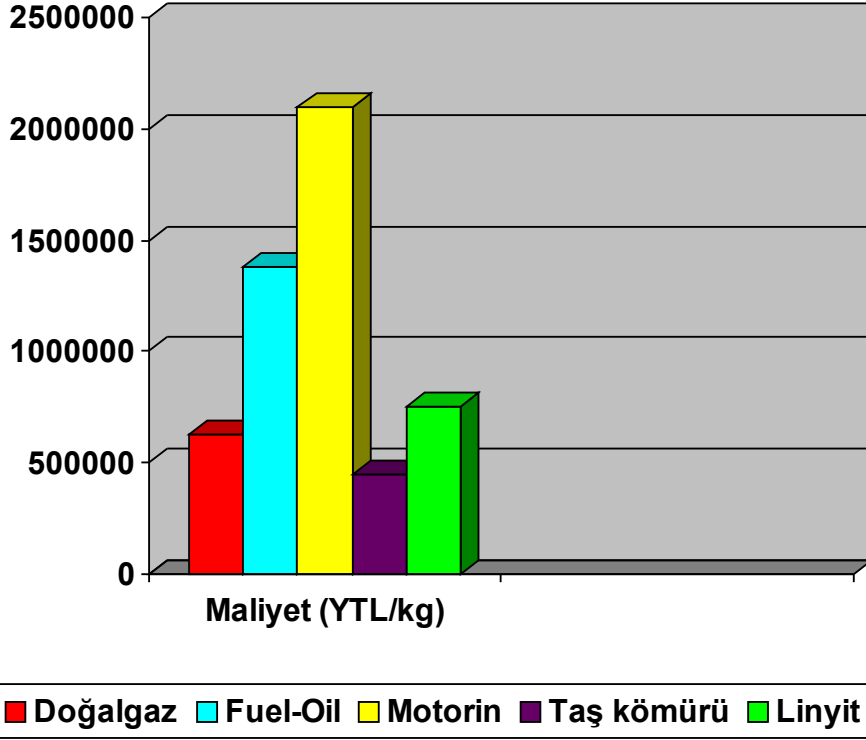
$$127,494 \times 10^4 \text{ kg/yıl} \times 0,35 \text{ YTL/kg} = \mathbf{44,62 \times 10^4 \text{ YTL/ kg}}$$



Şekil 4.1. Yakıt Isıl Değerleri



Şekil 4.2. Yıllık Yakıt Miktarı (Mersin İli İçin)



Şekil 4.3.Tesis Yakıt Maliyeti (Mersin İli İçin)

Kurulması önerilen tesiste yakıt olarak Doğalgaz önerilmektedir. Çünkü:

-Yapılan hesaplara göre; diğer yakıtlara göre daha ucuz olduğu ortaya çıkmıştır.

-Zehirsizdir.

-Çevreyi kirlilemeyen bir yakıttır.

-Havadan hafif bir gazdır. Dolayısı ile hava içinde yükselme eğilimindedir. Gaz kaçaqları hava ile karışmadan önce yükseklerde toplanır. Bu yüzden havalandırma bacalarında kolayca dışarı atılır.

-İçerisinde kükürtlü bileşikler bulunmadığından temiz bir gazdır.

-Yakıtın yanması sonucu kül ve partikül oluşmaz. Tesisatta kurum birikmediğinden daha uzun ömürlüdür.

-Yanması tam ve temizdir.

-Yatırım ve işletme maliyeti düşüktür (depolama gereksiz, otomatik kontrol kolaylığı nedeniyle daha az personele ihtiyaç olması nedeniyle).

-Yanma olayında gerekli hava miktarı diğer yakıtlara göre oldukça azdır.[36]

4.4. BACA GAZI

Yakma şartlarının optimal ayarları yapılarak bu gazların minimum seviyelerde oluşmasını sağlamak en iyi yöntemdir.

Gazların yıkanmasından dolayı ve ani küllerin ani soğutma işlemi (quenching) basamaklarında oluşan atık su kanalizasyona verilmeden önce bir kimyasal nötralizasyon işlemine tabi tutulmalıdır. Bu işlem asitlerin nötralizasyonunu ve çözünmeyen tuzların flokülasyon çökeltilmesi kademelerinden oluşmalıdır. Atık suyun arıtma çamurları ve soğutma küllerinden oluşan çamurlar tehlikeli atık madde olarak kabul edilirler.

4.5. TOZ BERTARAFI

Son yakma odalarında yaklaşık 800°C'de çıkan gazlar toz bertaraf ekipmanlarına ulaşmadan önce 300°C'ye kadar soğutulur. Bu genellikle ani soğutma (quenching) kolonları veya banyoları diye adlandırılan soğutma kulelerinde sağlanır. Buradaki gazlar kapalı sistem içinde dolaşan su ile soğutulur. Isınmış olan bu su yakılacak atıkların ön ısıtmalarında veya başka amaçlarla yeniden kullanılabilir. Baca gazlarının soğutulması işlemi daha az verimli olmasına rağmen bazı durumlarda hava ile de yapılmaktadır.

4.6. ALKALİ VEYA ASİTLERİN TEMİZLENMESİ

Islak işlemde, gazlar püskürtme kulesinde soda veya kireç çözeltileriyle yıkanır. Bu durumda hem gaz soğutulur hem de çok küçük partiküller temizlenmiş olur.

4.7. FİLTRE TİPİ

Elektrostatik filtre veya torbalı filtrelerde partiküllerin tutulma verimi %99.9 mertebesindedir.[22]

4.8. ENERJİ DEĞERLENDİRİLMESİ

İZAYDAŞ'da Atıkların yakılması sonucu üretilen ısı enerjisi;

Döner fırında	; max. 55 GJ/saat,
İkinci yakma odasında	; max. 31 GJ/saat'tir.[14]
İSTAÇ A.Ş.'de	
Buhar üretimi	: 5.22 ton/saat
Elektrik Üretimi	: 428 kW/saat [29]

4.9. KÜLLER

Döner fırında tıbbi atıkların yakılması ile oluşacak küller içinde su bulunan ızgaralarda soğutularak biriktirilip, çöp alanına götürülür ve üstü tamamen kapatılıncaya kadar örtülerek gömülür.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Mersin İlinde oluşan tıbbi atıklar halen Mersin Büyükşehir Belediyesi ekiplerince toplanarak Çavuşlu Mahallesi yakınlarında bulunan çöp alanına götürülerek gömülmektedir. Uygun bir bertaraf işlemine tabi tutulmayan bu atıklar büyük ölçüde hastalık riski taşımaktadır.

Yüksek lisans tezi olarak planlanan bu çalışmada, Mersin İlinde yılda oluşan ortalama 2000 ton tıbbi atığın, yaptığım araştırmalar sonucunda İSTAÇ A.Ş, tesisinin birçok özelliği örnek alınarak kurulacak bir tesiste yakılmasının uygun bir çözüm olacağı kanaatine ulaşılmıştır. Yakma ile atıkların hacim olarak %95, kütleli olarak ise %75 oranında azaltılması sağlanacaktır. Hedeflenen hastalık ve çevre kirliliği riski en az seviyeye indirgenecek ve atıkların yakılmasından elde edilecek enerjinin buhar, elektrik ve ısı enerjisi olarak kullanılması ile tesisin işletme giderleri önemli ölçüde karşılanabilecektir.

6. KAYNAKLAR

- [1] “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, 22 Temmuz 2005 tarih ve 25883 sayılı Resmi Gazete.s19.
- [2] Özerol, İ. H. “Hastane Atıkları, Ne Yapalım?”, s111-132, (2001)
- [3] Κοβαχλο λυ, N.(2006) . Tıbbi Atıkların Tanımı”,Erişim: alicemerol.googlepages.com/NurdanProje.doc , [30 Mayıs 2008]
- [4] Şalva, T. “İstanbul İli Maltepe İlçesi’nin Sağlık Kuruluşlarında Tıbbi Atık Sorumlularının Tıbbi Atıklar İle İlgili Bilgi, Tutum ve Davranış Düzeyinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 85s, (2001)
- [5] Garner JS and Favero MS. “CDC Guideline for Handwashing and Hospital Environmental Control” , 7:231-243(1985)
- [6] Veeken, J. and Beba, A. “Tıbbi Atıkların Yönetimi İçin Uygun Teknolojiler”, Çevre Bakanlığı, (2000)
- [7] Çap, A. “Tıbbi Atıkların Geçici Depolanması ve Taşınması”, İstanbul, 1s, (2005) (yayınlanmamış)
- [8] “İZAYDAŞ Tıbbi Atık Yakma Tesisi”, Erişim: www.izaydas.com.tr , [25 Mayıs 2008]
- [9] “Çöpün Değeri”, Erişim: <http://www.bugday.org/article.php?ID=27> , [28 Nisan 2008]
- [10] Göral, G. “Mikrobiyoloji Laboratuvarında Çalışanların ve Çevrenin Korunması”, In: Ağaçağdan A, Badur S, Külekçi G. ed. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti yayın no:25 (27.Türk Mikrobiyoloji Kongresi Özet Kitabı), Turgut yayıncılık, İstanbul, 1996:77-78
- [11] Favero MS, Bond WW. Sterilization, disinfection, and antisepsis in the hospital. In:Manual of Clinical Microbiology, American Society of Microbiology, Washington.1991:183-300
- [12] Günaydın, M. “Hastane Atıklarının Zararsız Hale Getirilmesi ve Ülkemizde Son Durum”, OMU tıp fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji AD, Samsun, 15s., (2001)
- [13] Ertürk, F. “Tıbbi Atıkların Yakılması Sonrasında Emisyon Kontrolü”, İstanbul, 17s, (2005)(yayınlanmamış)

- [14] Topkaya, B. “Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemi”, Ankara, 12s, (2004)
- [15] Günaydın, M. “Hastane Atıklarının Zararsız Hale Getirilmesi”, Klinik dergisi, 7(1):22-23,(1994)
- [16] Brunner, C. R., Brown, C.H. “Hospital waste disposal by incineration” JAPCA, 48(10):1297-1304,(1988).
- [17] Topkaya, B.ve Arş.Gör. Kalkanoğlu, B. “Tıbbi Atıkların Yakılması ve Ortaya Çıkan Sorunlar Akdeniz Üniversitesi Tıbbi Atıklar Yakma Fırını”, Antalya, 12s.
- [18] Gültay, K. “Hastane Çöpleri Toplanması, Dezenfeksiyonu ve Yakılması”, Erişim:www.kongre.org/makina/teskon97/015/index.html , [12 Mart 2008]
- [19] Barton, R. And G, Landrum ,V.J., “Medical Waste Management and Disposal”, U.S.A. (1991)
- [20] Tanımlar”.Erişim:<http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/evsel/4.doc>
[01 Haziran 2008]
- [21] Abfallwirtschaft/ Abfalltechnik Siedlungsabfälle, O. Tabasaran Ernst & Sohn (ed), Berlin, s.27–28, (1994)
- [22] “Tıbbi Atıkların Tanımı ve Özellikleri ”, Erişim:
www.izaydas.com.tr/yonetmelikler/5.doc [15 Mayıs 2008]
- [23] US EPA, Health assessment document for 2,3,7,8 tetrachloro dibenzo-p-dioxin(TCDD) and related compounds.External Review Draft,EPE//BP-92/001c. Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington,D,C, (1994)
- [24] “TıbbiAtıkların Tanımı ve Özellikleri”, Erişim: www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/evsel/5.doc , [13 Nisan 2008]
- [25] “Tıbbi Atıkların Bertarafı” , Erişim:alicemerol.googlepages.com/NurdanProje.doc, [01 Haziran 2008]
- [26] Mersin İli Çevre Koruma Daire Başkanlığı
- [27] “Hastane Atıklarının Zararsız Hale Getirilmesi ve Ülkemizde Durum”, Erişim: http://muratomu.tripod.com/hastane_atik.pdf , [13 Nisan 2008]
- [28] Bağdatlı, Y. “Tıbbi Atıkların Öncelikleri ve Tıbbi Atıklar Aracılığıyla İnsanlara Bulaşabilecek İnfeksiyonlar”,İstanbul, s.1-3, (2005)
- [29] İSTAÇ A.Ş. “Tıbbi Atıkların Bertarafı Üretim Prosedürü”, İstanbul, 6s, (2004)

- [30] Şamat, H. “İstanbul’da Tıbbi Atıkların Bertaraf Uygulamaları” İstanbul, 2s, (2005), (yayınlanmamış)
- [31] Şengün, R. B. “İstanbul Metropolünde Tıbbi Atık Yönetimi, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul , (2000)
- [32] “Tıbbi Atıkların Yakılması ve Ortaya Çıkan Sorunlar Akdeniz Üniversitesi”, Erişim:www.akdeniz.edu.tr/muhfak/cevre/english/topkaya/homepage/incinerator.pdf, (31 Mayıs 2008)
- [33] “Enerji Kaynakları Isıl Değerleri”, Erişim: http://www.eie.gov.tr/Enver_sartname , [19 Ağustos 2008]
- [34] “Doğalgaz Satış Fiyatları”, Erişim:www.gaznet.com.tr, [10 Eylül 2008]
- [35] “Yakıt Birim Fiyatları”, Erişim: <http://gm.poas.com.tr/pompafiyat/pompafiyatgrid.aspx> , [5 Eylül 2008]
- [36] Angın, B. ”Cam Sanayinde Geleneksel Yakıtlar Yerine Doğal Gaz Kullanımının Enerji Ekonomisi Açısından İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 54s, (2007)
- [37] “Taşkömürü fiyatları”, Erişim: http://www.taskomuru.gov.tr/file/KOMURFIYAT/16_09_2008_1.doc, [20 Eylül 2008]

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Erzincan’ da doğdu. İlk, orta öğrenimini Erzincan ve Adana ‘da tamamladı. Liseyi Adana Laboratuar Sağlık Meslek Lisesinde tamamlayıp, 2004 yılında Ankara Numune Hastanesi’nde çalışmaya başladı. 2007 yılında Mersin Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünü kazanıp, Mersin Devlet Hastanesinde göreve başladı. Lisans eğitimini hastanede çalışarak tamamladı. 2002 yılında üniversiteden mezun oldu. 2004 yılında Mersin Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde yüksek lisans yapmaya başladı. 2006 yılında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Sağlık Programları Bölümünün Laborant ve Veteriner Sağlık Önlisans Programından mezun oldu. 2008 yılında KESK (Kamu Emekçileri Sendikası Konfederasyonu)’e bağlı SES (Sağlık ve Sosyal Hizmet Emekçileri Sendikası) yönetimine seçildi.

Halen Mersin Devlet Hastanesi’nde görev yapmaktadır.