

Tıbbi Atıkların Buhar İle Sterilizasyonu ve Bitlis Örneği

*¹Faruk Oral ve ²Rasim Behçet

¹Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Bitlis, Türkiye
²İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

Özet

Tüm dünyada gittikçe artan nüfus ile orantılı olarak büyüyen şehirlerdeki tüketim sonucu oluşan katı ve sıvı atıklar, önemli çevre ve sağlık problemlerine neden olmaktadır. Bunlar içinde yer alan tehlikeli atıklar grubu, insan sağlığı açısından önemli tehlike arz etmektedir. Tıbbi atıklar, tehlikeli atık grubundan olup yönetimi ve bertarafı ülkelerin ortak problemlerinden birisidir. Tıbbi atıkların çevre ve insan sağlığına verebilecekleri zararın büyüklüğü nedeniyle evsel nitelikli katı atıklardan ayrı olarak işlem görmeleri gerekmektedir. Türkiye’de 2005 yılında yürürlüğe giren Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’ne göre tıbbi atıkların sterilizasyon işleminden geçerek bertarafının yapılması gerekmektedir. Tıbbi atıkların sterilizasyon işleminde farklı yöntemler uygulanabilmektedir. Buhar sterilizasyonu ile yapılan bertaraf en çok kullanılan yöntemlerden biridir.

Bu çalışmada; tıbbi atıkların buhar ile sterilizasyon işlemi incelenmiştir. Sterilizasyon işleminde kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir. Bu konudaki uygulamalara örnek teşkil etmesi bakımından Bitlis’te faaliyette bulunan Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi’nin çalışma prosesi hakkında yerinde gözlem ve araştırmalar yapılarak bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi atık, Buhar sterilizasyonu, Bitlis

Steam Sterilization of Medical Waste and Bitlis Example

Abstract

Solid and liquid wastes formed as a result of consumption in the cities which are growing proportional to the increasing population all over the world are causing significant environmental and health problems. Hazardous waste, is one of the type of them, has important hazard to human health.

Medical wastes are from the hazardous waste group and their management and disposal is one of the common problems of countries. Since it can cause big damage to the environment and human health, it is required to process medical waste separately from solid household waste. Due to Medical Waste Control Regulation which is enacted in 2005 in Turkey, it is required to disposal medical waste after sterilization process. Different methods can be applied in the sterilization process of medical waste. Disposal with steam sterilization is one of the methods which are most widely used.

In this study; process of sterilization of medical wastes with steam is investigated. Information about the methods used in sterilization process is given. Information are presented performing on-site observation and research about working process of Medical Waste Sterilization Plant operating in Bitlis as being examples of applications in this field.

Key Words: Medical Waste, steam sterilization, Bitlis

1. Giriş

Tıbbi atık; sağlık kuruluşlarından kaynaklanan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklardır. İnsan ve çevre sağlığı bakımından tehlike arz eden bu tür atıkların, Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 22/07/2005 tarih ve 25883 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine uygun olarak, toplanması, taşınması ve bertaraf edilmesi gerekmektedir [1].

Sağlık kuruluşları atık istatistikleri araştırması, 2008 yılından itibaren, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin Ek-1'inde yer alan büyük miktarda atık üreten sağlık kuruluşlarında (üniversite hastaneleri ve klinikleri, genel maksatlı hastaneler ve klinikleri, doğum hastaneleri ve klinikleri ile askeri hastaneler ve kliniklerinin tamamında) uygulanmaktadır. Araştırmanın amacı sağlık kuruluşlarında oluşan, enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklardan oluşan tıbbi atık miktarının tespit edilmesidir. Araştırma kapsamında 2010 yıl sonu itibari ile faaliyette olan 1408 sağlık kuruluşuna anket uygulanmış, 1398 sağlık kuruluşunda tıbbi atıkların diğer atıklardan ayrı toplandığı, 10 sağlık kuruluşunda ise tıbbi atıklar ile diğer atıkların karıştırılarak toplandığı tespit edilmiştir. 2010 yılında araştırma kapsamındaki sağlık kuruluşlarında diğer atıklardan ayrı toplanan tıbbi atık miktarı 59966 ton'dur. Tıbbi atığın %21'i İstanbul'da, %12'si Ankara'da, %8'i ise İzmir'de toplanmıştır. Ayrı toplanan tıbbi atığın, %20'si sterilize edilmeden, %7'si sterilize edilerek belediye çöplüğünde, %43'ü sterilize edilmeden, %21'i sterilize edilerek düzenli depolama sahasında, %9'u ise yakma tesisinde bertaraf edilmiştir [2].

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 46. Maddesine göre enfeksiyöz atıklar ile kesici-delici atıklar, sterilizasyon işlemine tabi tutularak zararsız hale getirilebilirler. Sterilizasyon, enfekte atıkların içinde belli bir zaman aralığında gerekli buhar, basınç ve sıcaklığa maruz bırakılarak içindeki enfekte atıkların zararsız hale getirilmesi işlemi olarak tanımlanır. Bu işlem otoklav veya sterilizatör isimli cihazlar içerisinde yapılır ki otoklav içinde bölmelerin olduğu vakum prosesli buharlı sterilizasyon/dezenfeksiyon cihazıdır. Zararsız hale getirilen atıklar, evsel atık depolama sahaslarında depolanarak bertaraf edilebilirler [3].

Bitlis ili; Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Veri Tabanı 2013 [4] verilerine göre 337.156 kişilik nüfusa sahip ve kilometrekareye düşen 47 kişi ile nüfus yoğunluğu bakımından Türkiye ortalamasının altında (Türkiye ortalaması 93 kişi) olan tarihi bir şehirdir. Bitlis ilinde tıbbi atıklar 2012 yılına kadar kaynaklardan toplanıp Kent Katı Atık Depolama Sahasında kireçlenmek suretiyle depolanmaktaydı. Bitlis İli, İlçeleri ve Beldeleri Katı Atık Bertaraf Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (Bİ-KA) tarafından Katı Atık Düzenli Depolama Alanı, Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi ve Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi 2012 yılı başlarında kurularak faal hale getirilmiştir. Bu kapsamda 2012 yılından itibaren il genelinde bulunan sağlık kuruluşlarından toplanan tıbbi atıklar, yasal yönetmeliğe uygun olarak toplanıp taşınarak sterilizasyon tesisinde sterilize edildikten sonra Katı Atık Düzenli Depolama Alanında bertarafı gerçekleştirilmektedir [5].

2. Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemleri

Tıbbi atıkların sterilizasyonu işleminde farklı bertaraf metotları uygulanabilmektedir. Bu metotlardan bazıları uygulanabilen bazıları ise laboratuvarlarda geliştirme aşamasındadır. Bu bakımdan tıbbi atıkların bertaraf edilmesinde kullanılan yöntem seçilirken, günümüzde halen uygulanan ve sağlıklı sonuçlar alınan metodun seçilmesi önem arz etmektedir. Tıbbi atıkların

bertaraf edilmesindeki amaç; atıkların insan ve çevre sağlığı bakımından zararsız hale getirilmesidir. Tıbbi atıkların zararsız hale getirilmesinde kullanılan metotlar göz önüne alınırsa tıbbi atıklar için kullanılan bertaraf etme yöntemlerini; termal prosesler, kimyasal dezenfeksiyon, Mikrodalga ile ışınlama teknolojisi ve yakma biçiminde gruplandırabiliriz [6,7].

Termal prosesler uygulanan işlem ısısına göre; düşük, orta ve yüksek ısı olarak uygulanmaktadır. Yöntem olarak ıslak (buhar) ve kuru ısı işlem olarak yapılmaktadır. Kuru ısı proseslerinde, su ya da buhar eklenmeksizin atığa ısı işlem uygulanmaktadır. Isı, kondüksiyon, konveksiyon ya da termal radyasyon ile atığa verilmektedir. İşlem süresi ve uygulanacak sıcaklık tıbbi atığın içeriğine ve büyüklüğüne bağlıdır. Kullanılacak olan ısı işlem sıcaklığı, sisteme yüklenen atık içinde bulunabilecek plastik atıklardan salınabilecek uçucu organik bileşiklerin engellenebileceği kadar soğuk ancak atığın sterilizasyonu için yeterli olmalıdır [8]. Islak ısı veya buhar ile dezenfekte edilme işlemi; parçalanmış enfekte (bulaşıcı) atıkların yüksek sıcaklık, yüksek basınçlı buhara tabi tutulma işlemidir. Eğer sıcaklık ve temas süresi yeterli ise bu işlem pek çok çeşit mikroorganizmayı etkisiz hale getirir. Atıklar bir kapalı odaya konur, gerekli basınç ve derecede belli zaman için buhara tutulur. Tercihen 12 dakika süreyle 121 C°deki buhara tutulur. Bu işlemle yaklaşık olarak mikroorganizmaların % 99,99 kadarı etkisiz hale getirilir. Tıbbi atıklar buhar işleminden geçtikten sonra evsel çöplerle birlikte bertaraf edilebilir [9]. Son yıllarda buharlı sterilizasyon çeşidi olan otoklavlama ile tıbbi atıkların bertarafı yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kimyasal dezenfeksiyon; kimyasal malzemeler kullanılarak atıkların dezenfekte edilmesidir. Tıbbi faaliyetlerde kullanılan cihazların (alet ve cihazların) temizliğinde, yer ve duvarlardaki mikroorganizmaların öldürülmesi amacıyla sık olarak kullanılmakta olan kimyasal dezenfektanlar son zamanlarda tıbbi atıkların bertaraf edilmesinde de kullanılmaktadır. Atıklara kimyasallar ilave edilerek içerdikleri patojenler etkisiz hale getirilir veya öldürülür. Bu işlem genellikle sterilizasyondan ziyade bir dezenfektasyon işlemidir. Daha çok kan, sidik, dışkı veya hastane lağımı gibi sıvı atıkların işlenmesi için uygundur. Mikrobiyolojik kültürler, kesiciler v.b. tıbbi atıklar kimyasal olarak dezenfekte edilebilirler [9].

Mikrodalga ile ışınlama tekniği kullanılarak enfekte atı içerisinde bulunan çoğu mikroorganizma, 2450 Mhz frekanslı ve 12.24 cm dalga boylu mikrodalgalarla yok edilmektedir. Mikrodalgalarla çalışan bertaraf etme ünitelerinde, atıkları küçük parçalara bölen bir yükleme sistemi mevcuttur. Atıklar daha sonra nemlendirilir ve mikrodalga jeneratörleri ile donanımlı ışınlama odasına gönderilirler. Mikrodalgalar, atık partikülleri içindeki su moleküllerini harekete geçirerek bir sürtünme yaratmakta ve atığın sıcaklığının 25 dakika süresince 205 ile 212°F dereceye yükseltilmesini sağlamaktadır [10]. Işınlamadan sonra atıklar bir konteynır içinde toplanır ve diğer evsel atıklarla birlikte belediye atık sistemine gönderilir [9].

Yakma işlemi, yüksek sıcaklıkta gerçekleşen bir kuru oksidasyon işlemi olup organik ve diğer yanabilen atıkları inorganik, yanamayan maddelere dönüştürür. Bu işlem sonucunda atıklar su ve karbondioksite dönüştürülerek zararsız hale getirilir. Yakma sonucunda atıkların hacim ve ağırlıkları büyük oranda azaltılmış olur (%95'ten fazla). Bu işlem genelde yeniden kullanılamayan veya depolama sahalarında bertaraf edilemeyen atıkların işlenmesinde kullanılır. Tıbbi atıkların belirli tipleri örneğin ecza veya kimyasal atıkların tamamen yok edilmeleri için yüksek sıcaklıklara gereksinim vardır. Fırınlardaki yakma işleminin yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmesi ve egzoz gazlarının temizlenmesiyle atmosferik kirlenme, açığa çıkan kokular azaltılabilmektedir. Organik bileşenlerin yakılması sonunda, su buharı, karbondioksit, azot oksitler v.b. gaz emisyonları, belirli bazı zehirli maddeler (ör: metaller, halojenik asitler),

partiküler maddeler ve kül şeklinde katı atıklar oluşur. Eğer yakma koşulları iyi kontrol edilmiyorsa, CO açığa çıkar. Yakma işleminde açığa çıkan küller ve atıksu, zehirli bileşikler de içerebilmektedir. Bunların insan sağlığına ve çevreye zarar vermemesi için tekrar işleme tabi tutulmaları gerekebilir. Küller tehlikeli atık kategorisinde depolanmalıdır [9].

3. Basınçlı Buhar ile Sterilizasyon Yöntemi

Sterilizasyon; tıbbi atıkların içersinde oluşan bakteri sporları dahil her türlü mikrobiyal yaşamın fiziksel, kimyasal, mekanik metotlar veya radyasyon yoluyla tamamen yok edilmesini veya bu mikroorganizmaların seviyesinin % 99,999 oranında azaltılması işlemidir. Sterilizasyon işlemine tabi tutulan enfeksiyöz atıkların zararsız hale getirilip getirilmediği kimyasal ve biyolojik indikatörler kullanılarak test edilir. Kimyasal indikatörler, enfeksiyöz atığın otoklav sterilizasyonunda kullanılır. Sterilizasyon tamamlandığında, atık ile birlikte otoklava konulmuş kimyasal indikatör taşıyıcısında renk değişikliği saptanmalıdır. Biyolojik indikatörde; sterilizasyon işleminden çıkan atıkta potansiyel enfeksiyöz tüm mikroorganizmaların yok edildiğini saptamak için, atıkla beraber işleme konan biyolojik indikatörün canlı kalıp kalmadığını inceleme yönteminden yararlanılır. Test sonuçları olumlu ise atık depolanmak üzere depolama sahasına gönderilir. Test sonucu olumsuz ise sistem kontrol edilir ve sterilizasyon işlemi tekrarlanır [1].

Buhar ile sterilizasyon işlemi; tıbbi atık içerisindeki mikroorganizmaların nem, ısı ve basınç ile inaktive edilmesidir. Günümüzde tıbbi atıkların bertarafı için en çok, buharlı sterilizasyon yöntemi olan otoklav ile sterilizasyon tercih edilmektedir. Otoklav ile yapılan sterilizasyon sonucunda, çıkan sterilize atığın yönetmeliğe uygun değerlerde olması, böyle bir tesisin yatırım maliyetinin uygun olması ve çevresel olumsuz etkisinin olmaması tıbbi atıkların bertarafında otoklav ile sterilizasyonu tercih edilir hale getirmektedir [6].

Otoklav, tıbbi atıkların bertaraf edilmesinde kullanılan, vakum prosesli buharlı sterilizasyon cihazıdır. Otoklavlama ise bu cihazla enfekte atıkların ve kesicilerin buhar ile dezenfekte edilme işlemidir. Bu proseste 3 faktör önemlidir: Sıcaklık, basınç ve temas süresi. Isı derecesi ve basınç sürekli takip edilir [9].

Otoklavlamada, atık içinde enfeksiyon yapan organizmaları öldürmek için yeterli sıcaklığa sahip basınç tankındaki doymuş buhar kullanılır [11]. Kuru dezenfeksiyonla karşılaştırıldığında, otoklavlamanın çeşitli avantajları vardır. Bunlar; nemli ortamda, (mikropların kuru ortama göre sıcaklığa karşı daha duyarlı olması nedeniyle) ısı ve basınç altındaki buharın, hafif bir asit gibi hidroliz edici olarak çalışmasıdır. Bu da, enfeksiyonu yok edici etkiyi oluşturur. Bu işlemde Buhar ile yapılan otoklav işleminin fiziksel şartları uygulanan sıcaklık, atıkların nem miktarı, zaman ve buharın atıklara sızabilmesi (penetrasyonu) gibi faktörlere bağlıdır [9]. Otoklavlar sabit merkezi, sabit bir çok küçük santraller şeklinde veya mobil olabilir. Son yıllarda mobil otoklavların gelişmiş ülkelerde kullanımı artmıştır. Mobil otoklav, kamyon tarafından çekilen bir römork üzerine monte edilir [12]. Merkezi otoklavlamada; sağlık birimlerinden tıbbi atıklar, bu işe ayrılmış özel araçlar yardımıyla alınarak merkezi otoklava taşır ve burada enfekte atıklar işlemde geçirilerek zararsız hale getirilir.

Basınçlı buhar sterilizasyonunda sterilizasyonu sağlamaya yeterli olan sıcaklık, basınç ve uygulama süreleri; 121°C için 1 atmosfer ve 15 dakika, 134°C için ise 2 atmosfer ve üç dakikadır. Bu yöntemle ısıya dayanıklı tıbbi araçlar yanında sıvılarda steril edilebilir. Temel ilke steril edilecek malzemenin her noktasının belli bir ısıya sahip doymuş su buharı ile yeterli süre

temas etmesini sağlamaktır. Bu nedenle paketler otoklava gevşek yerleştirilmelidir. Doymuş buharın sağlanabilmesi için, yeterli ısı ve basınca ulaştıktan sonra süre başlatılır [13].

Otoklav içindeki havanın uzaklaştırılması işlemi ortama direkt doymuş buhar verilip, buharla havanın yer değiştirmesi sağlanarak veya ön vakumla hava alınarak sağlanır. Ön vakumla hava alındıktan sonra ortama doymuş buhar verilir. Sadece havanın buhar ile uzaklaştırılması tatmin edici bir sterilizasyon sağlamadığı için, buhar verilmeden önce bir vakum ile havanın mekanik olarak alınması, sterilizasyonun güvencesi konusundaki kuşkuları giderir. Yani ön vakumlu otoklavların kullanımı sterilite güvencesini artırır. Ayrıca sterilizasyon işlemi esnasında paketlerde kalan küçük miktardaki havanın da uzaklaştırılması gerekir [13].

Otoklav cihazı; kazan, termostat, hava boşaltma musluğu, basınç ayar supabı, manometre ve termometre bölümlerinden oluşur. Kazan; belirli ısı ve basınç derecelerine ayarlanabilen basınca dayanıklı elemanlardır. Çok küçük ve basit olanlar olduğu gibi büyük ve karmaşık, tek çeperli çift çeperli, tek kapılı çift kapılı, buhar jeneratörlü ve ön vakumlu olanları vardır. Termostat, Sıcaklığın belli düzeyde kalmasını sağlar. Hava boşaltma musluğu, Otoklav ilk ısınmaya başladığında açık tutularak doymuş su buharı çıkmaya başladığında kapatılan ya da otoklav havasının vakum ile boşaltıldığı bir musluktur. Basınç ayar supabı, Belirli bir basınçtan sonra buharın çıkmasına izin vererek basıncın sabit kalmasını sağlar. Manometre ve termometre, Otoklavlarda vazgeçilmez iki parça olup birisi basıncı diğeri sıcaklığı ölçmeye yarar. Her ikisinin de kalibre edilmiş olması şarttır [13].

Otoklavlama sonucu sterilize edilmiş ve evsel atık karakterizasyonu kazanmış atıklar, atık bertaraf sahasında depolanmadan önce sterilizasyon tesisinin bulunduğu sahanın uygun bir yerinde çevreye zarar vermeyecek şekilde kapalı konteynırlar içinde biyolojik indikatör testleri sonuçlanıncaya kadar muhafaza edilir. Test sonucu olumlu ise atık depolanmak üzere depolama sahasına gönderilir. Sonuç olumsuz ise sistem kontrol edilir ve sterilizasyon işlemi tekrarlanır. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 46. Maddesine göre sterilizasyon tesislerinde atık parçalama mekanizmasının bulunması zorunludur. Parçalama ünitesi sterilizasyon bölümünün sonunda veya önünde yer alır. Atık parçalama ünitesinin sterilizasyondan önce kullanılması durumunda, işlem sonunda bu ünite de sterilizasyon işlemine tabi tutulur [1, 14].

4. Bitlis Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi

4.1. Tesisin Tanıtımı

Bitlis İli, İlçeleri ve Beldeleri Katı Atık Bertaraf Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (Bİ-KA); beş Belediyenin (Bitlis, Tatvan, Güroymak, Gölbaşı ve Günkırı Belediyeleri) bir araya gelerek kurmuş olduğu Katı Atık Birliğidir. Birlik bünyesinde Katı Atık Düzenli Depolama Alanı, Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi ve Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi kurulması planlanmış, inşaatına 2009 yılında başlanan tesiste bir adet Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi kurulmuştur. Bu ünite gerekli araç ve ekipman ile donatılarak 2012 yılı başlarında faaliyete hazır hale getirilmiştir.

Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi; yaklaşık olarak 250 m²'lik bir taban alanı üzerine kurulmuş bulunmaktadır. Bu ünite içinde soğuk hava deposu inşa edilmiştir. Tıbbi atık ünite binasının kapalı alan temeli 120 cm derinliğindedir. Bu derinlik, tabandan tıbbi atık ünitesine uygulanan seramik yüzey kotu arasındaki mesafedir. Temel için uygulanan zemin betonu C25 tir. Beton üzerine jeomembran uygulanmıştır. Jeomembrandan sonra şap dökülüp yüzey seramikle

kaplanmıştır. Ayrıca bina açık alanında 120 cm bordürlü tretuvar duvarı bulunmaktadır. Bitlis Tıbbi atık Ünitesi Şekil 1’de gösterilmiştir [5].

Tesiste; kantar, atık kabul ünite giriş bölümü, geçici atı deposu (soğuk oda), operasyon bölümü, konteynır yıkama bölümü, soyunma odası, yönetim odası gibi kısımlar bulunmaktadır. Kantar, tıbbi atıkların tesise girmeden önce miktarının belirlenmesi amacı ile kullanılır. Geçici atık deposu, Tıbbi atık ünitesi içerisinde atığın kabul edildiği ve depolandığı bölümdür. Üniteye gelen tıbbi atıklar toplama aracından konteynerler vasıtasıyla soğuk odaya aktarılmaktadır. Atıkların sterilize edilene kadar atık üzerinde mikroorganizma üremesini engellemek için geçici atık depolama odası sıcaklığı -10°C - $+4^{\circ}\text{C}$ arasında tutulmaktadır. Mevsim sıcaklığına göre soğuk oda sıcaklığı değiştirilmektedir. Operasyon bölümü; atığın soğuk odadan alındıktan sonra sterilizasyon ve öğütme işlemlerinin gerçekleştiği bölümdür. Bu bölümde otoklav, ters ozmoz arıtma sistemi ve öğütücü (shredder) yer almaktadır. Yıkama bölümü; atıkların aktarımı için kullanılan konteynırların temizlendiği bölümdür. Bölümde yüksek basınçlı sıcak su ile konteynırlar yıkanıp dezenfekte edilmektedir. Konteynırların yıkanması için hipoklorit ve benzer dezenfektanlar kullanılmaktadır [5].



Şekil 1. Bitlis Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi [5]

Sterilizasyon Ünitesinde tıbbi atıkların, toplanması, taşınması ve bertaraf işlemlerinde kullanılan; kapalı kasa atık toplama kamyonu, otoklav cihazı (sterilizatör), su arıtma sistemi, parçalayıcı, ULV dezenfeksiyon cihazı ve atık taşıma konteynırı gibi makine ve ekipmanlar bulunmaktadır. Otoklav cihazı 900 litre kapasitede olup 137°C sıcaklıkta 3.2 bar basınçta kızgın buhar ile sterilize işlemini yapmaktadır. Su arıtma sistemi; sterilizasyon cihazının ihtiyacı olan suyu arıtmak için kullanılmaktadır. Arıtma sistemi; 1 adet 1 tonluk su deposu, 1 adet hidrofor, 1 adet ön filtre, 1 adet su yumuşatma reçinesi ve 1 adet ters ozmoz arıtma ile tam otomatik olarak çalıştırılmaktadır. Parçalayıcı; sterilize edilen atıkların öğütülerek hacim azaltılmasını sağlamaktadır. Tesiste; saatte 400 kg kapasiteli parçalayıcı kullanılmaktadır. ULV dezenfeksiyon cihazı; biyolojik olarak kirlenmiş alanları mikroorganizmalardan arındırmak için kullanılır [5, 15].

4.2. Sterilizasyon Sistemi

Sağlık kuruluşlarından tıbbi atık toplama aracı ile toplanan atıklar, Bitlis Düzenli Katı Atık Depolama Tesisinde bulunan Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi'ne getirilmektedir. Atıklar ünite içerisinde bulunan geçici atık depolama odasında 48 saati geçmemek üzere bekletilir. Daha sonra bu atıklara sterilizasyon işlemi uygulanmak üzere operasyon bölümüne alınır (Şekil 2). Burada otoklav cihazında yaklaşık 50 dakikalık süre içinde 137 °C sıcaklık ve 3.2 bar basınçta kızgın buhar ile sterilize edilen bu atıklar öğütülmek için parçalayıcı gönderilir. Tamamen zararsız hale getirilip öğütülen bu atıklar temiz atık konteynerlerden sıkıştırılmalı çöp kamyonlarına aktarılır. Bu atıklar daha sonra evsel atıklarla beraber depolanır (Şekil 3) [5, 15].



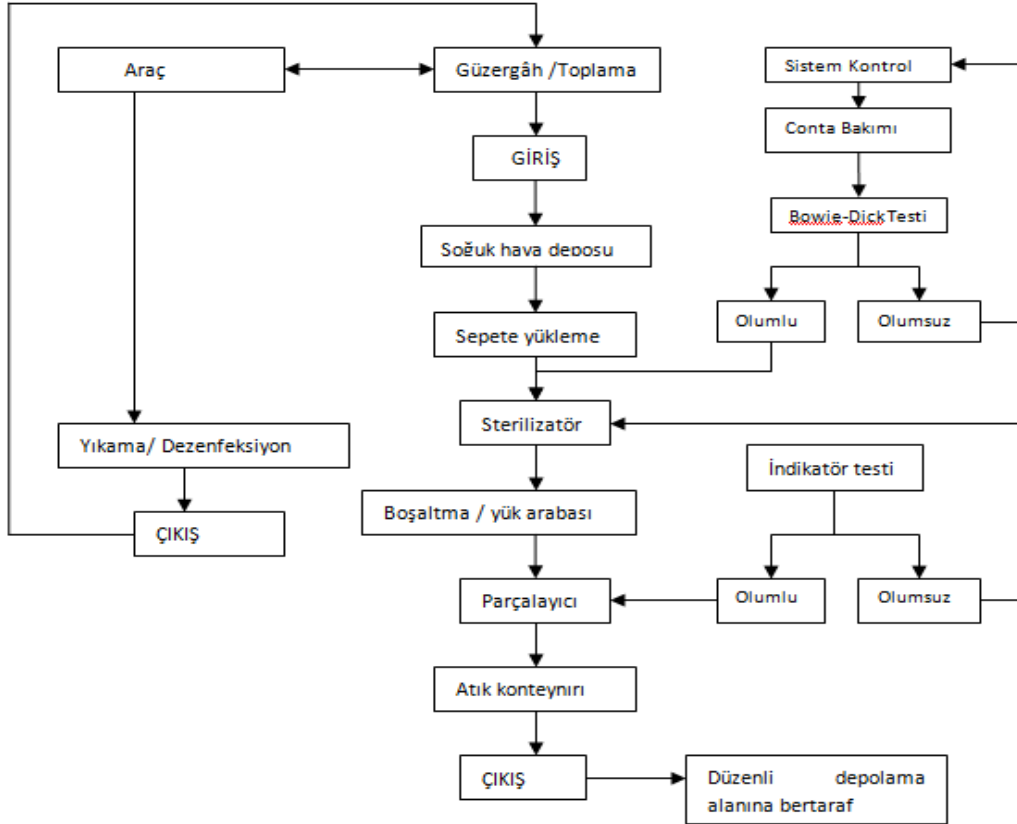
Şekil 2. Sterilizasyon cihazına tıbbi atık alımı [5]

Sterilizasyon cihazı üzerinde yapılan işlemin operasyon bilgilerini yansıtan dokunmatik LCD panel bulunmaktadır. Prosesin fiziksel parametreleri (sıcaklık, basınç, süre ve dış basınç) bu ekrandan kontrol edilir ve görüntülenir. Ayrıca Prosesin tüm aşamaları yazılı olarak alınmakta ve saklanmaktadır.

Sterilizasyon cihazı günlük çalıştırılmadan önce yeterli basıncı sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek amacı ile her gün sterilizasyon öncesi Bowie-Dick testi uygulanmaktadır. Bu test sonucunda cihaz çalışmaya uygun ise sterilizasyona başlanmaktadır. Aksi durumda cihazdaki problemler giderilip tekrar teste tabii tutulmaktadır. Bowie-Dick testi sonuçları kayıt altına alınmaktadır [5].

Sterilizasyonla yapılan diğer testler ise buhar indikatörü ve biyolojik indikatörlerdir. Bu testlerle sterilizasyon uygunluğu kontrol edilir. Sterilizasyon uygulanacak atıklarla beraber buhar indikatörü ve biyolojik indikatör cihaza yerleştirilir ve sterilizasyona tabii tutulur. Buhar indikatörü sterilizasyon sonrası indikatörün üzerinde gösterildiği gibi renk değişimi olmuşsa sterilizasyon esnasında uygulanan buhar her noktaya ulaşmış ve uygundur denilmektedir. Atıklarla beraber sterilizasyona maruz bırakılan bir diğer indikatör ise biyolojik indikatördür. Sterilizasyon sonrası biyolojik indikatörün içinde bulunan cam kırılır ve iç sıvısı dağıtılır. Daha sonra inkübatör cihazına konularak 24 saat boyunca sabit sıcaklıkta (60°C) tutulur. Bir gün sonra

inkübatörden çıkarılan biyolojik indikatörde renk değişimi olmamış ise sterilizasyon başarılı olmuştur, renk değişimi olduğu takdirde sterilizasyon başarısız olmuştur. Bowie-Dick testi, buhar ve biyolojik indikatör testleri üzerine tarih, çevrim sayısı gibi bilgiler yazılıp kayıt altında tutulmaktadır. Sterilizasyon işlemi uygulanan atıklar konteynırlarda 24 saat bekletilmektedir. Sterilize olmuş atığın bekletilme amacı biyolojik indikatör testinin 24 saatte sonuç vermesidir. Biyolojik indikatör analizinin olumsuz çıkması durumunda bekletilen atıklar tekrar sterilize edilmek üzere cihaza yerleştirilir ve sterilizasyon işlemi uygulanır. Yeni bir biyolojik indikatör testi uygulanır [5, 15].

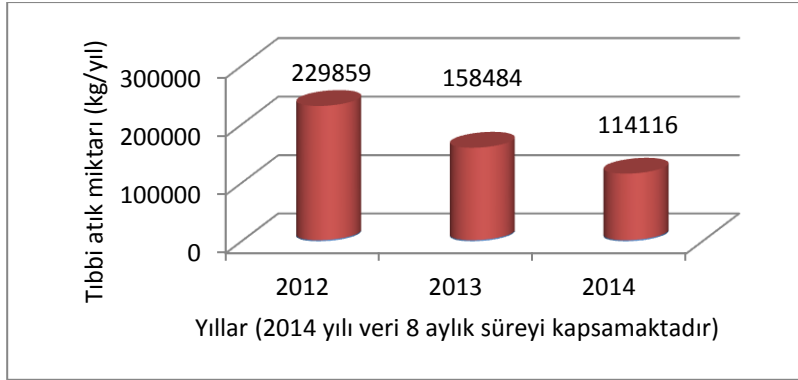


Şekil 3 Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi iş akış diyagramı [5]

4.3. Sterilizasyonu Gerçekleştirilen Atık Miktarı İstatistiği

Sterilizasyon ünitesinde Bitlis ili ve ilçelerinde bulunan sağlık kurum ve kuruluşlarından toplanan tıbbi atıkların sterilizasyonu ve sonrasında bertarafı yapılmaktadır. Bu amaç ile toplanan tıbbi atık, sağlık kuruluşlarından kaynaklanan ve Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıkları grubu altında yer alan atıkları kapsamaktadır. Atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı için ilgili sağlık kuruluşlarından atık bertaraf bedeli tahsil edilmektedir. Bitlis İli ve İlçelerinde 2014 yılı için tıbbi atıkların toplanması taşınması ve bertarafı için öngörülen atık bertaraf bedeli KDV dahil 3,50 TL/Kg olarak belirlenmiştir. Bu

bedel her yıl Ocak ayında toplanan İl Mahalli Çevre Kurulu tarafından belirlenmektedir. Kurula Vali yardımcısı başkanlık etmektedir. Şekil 4’de yıllara göre toplanan ve ünite de sterilizasyonu gerçekleştirilen atık miktarları verilmiştir. 2014 yılı verileri 8 aylık süreyi kapsamaktadır [15, 16].



Şekil 4. Tesiste yıllara göre sterilizasyonu gerçekleştirilen atık miktarı

5. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde yürürlükte olan Tıbbi Atıklar Kontrolü Yönetmeliği’ne göre sağlık kuruluşlarından kaynaklanan çevre ve insan sağlığına zarar veren tıbbi atıkların uygun yöntemler ile bertaraf edilmesi gerekmektedir. Tıbbi atıkların bertarafında birçok metot kullanılabilir. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan 31/03/2006 tarih ve 2006/7 sayılı genelge ile tıbbi atıkların bertarafında kullanılan teknolojiler arasında sterilizasyon yöntemi tavsiye edilmiştir. Günümüzde tıbbi atıkların bertarafında buhar ile sterilizasyon yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Otoklavlama bir buharlı sterilizasyon teknolojisidir. Otoklav ile sterilizasyon tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak kullanılan ve ticarileşen bir bertaraf yöntemidir.

Bitlis İli Katı Atık Birliğidir bünyesinde 2012 yılı başlarında kurularak faaliyete geçen Tıbbi Atık Sterilizasyon Ünitesi’nde; İl sınırları içindeki tıbbi atıkların sterilizasyonu ve bertarafı yapılmaktadır. Sterilizasyon tesisinde; 2012 yılında 229859 kg, 2013 yılında 158484 kg ve 2014 yılında ise 114116 kg (yılın ilk 8 ayı için) tıbbi atığın toplanarak bertarafı gerçekleştirilmiştir.

Teknolojinin gelişmesiyle, giderek artan insan nüfusu ile birlikte artan ihtiyaca göre sağlık kuruluşlarının sayısı ve işlevlerinde de önemli artışlar olmaktadır. Bu kapsamda sağlık kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıkların bertarafı; insanların yaşayabileceği temiz ve sağlıklı bir çevre için önem arz etmektedir. Bu nedenle tıbbi atıkların sterilizasyonunun gerçekleştirildiği bunun gibi sterilizasyon ünitelerinin tüm dünyada ve ülkemizde yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bitlis İli, ilçeleri ve Beldeleri Katı Atık Bertaraf Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği’ne (Bİ-KA) gösterdikleri desteklerden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmi gazete, Tarih:22/07/2005, Sayı:25883.
- [2] Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı (TÜİK), Haber Bülteni, Tarih:21/12/2011, Sayı:10978.
- [3] Varınca KB, Esmen C, Gönüllü MT. Performance evaluation of Bursa city (Turkey) medical waste management system, Journal of Engineering and Natural Sciences, Sigma, 20011;3:176-184.
- [4] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Veritabanı, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>, [Erişim: 08/09/2014].
- [5] Oral F. Bitlis Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesisi Teknik Uygunluk Raporu, Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Eylül 2012, Bitlis, Türkiye.
- [6] Albayrak D, Esmen C, Varınca KB. Tıbbi atıkların bertaraf yöntemlerinden buharlı sterilizasyon teknolojisi, Üniversite Öğrencileri 4. Çevre Sorunları Kongresi ÇESKO 2009, 21-22 Mayıs 2009, İstanbul, Türkiye.
- [7] Health Care Without Harm, Non-incineration medical waste treatment technologies, August 2001.
- [8] Emmanuel J, Hrdinka Ć, Gluszyński P, Ryder R, McKeon M, Berkemaier R, Gauthier A. Non-incineration medical waste treatment technologies in Europe, Health Care Without Harm Europe, Czech Republic, 2004.
- [9] Tutar DY. Tıbbi Atık Yönetimi İçin Yeni Bir Yaklaşım ve Ankara Örneği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2004.
- [10] <http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2001/ocak/bilgi.htm>.
- [11] EPA/US, 1991, Medical Waste Management and Disposal US, Pollution Technology, Review no 200 Noyas Data Corporation, New Jersey, s.100 vd.
- [12] Chaturvedi B, Agorwal R. A Critical Book at Incineration as a Waste Disposal Method, Srishti Hospital Report, 1996.
- [13] Karadağ A. Otoklav ile sterilizasyon, 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 2005.
- [14] Esmen C, Varınca KB, Şengil AS, Albayrak D. Tıbbi atıkların bertaraf metodu olarak otoklav ile sterilizasyonda sondan parçalamalı sistem örneği, Üniversite Öğrencileri 3. Çevre Sorunları Kongresi ÇESKO 2008, 16-18 Mayıs 2008, İstanbul,deleri Türkiye.
- [15] Tütün MM. Bitlis Katı Atık Birliği Üye Belediyeler Tıbbi Atık Yönetim Planı, Bitlis İli İlçeleri ve Beldeleri Katı Atık Bertaraf Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (Bİ-KA), Nisan 2013, Bitlis, Türkiye.
- [16] Bitlis İli ilçeleri ve Beldeleri Katı Atık Bertaraf Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (Bİ-KA), Elden alınan resmi evrak.