



Kamu Özel Ortaklığı Hastaneleri İçin Tıbbi Atık Yönetim Modeli A Medical Waste Management Model for Public Private Partnership Hospitals

Onur Koçak¹, Hüseyin Kurtuldu¹, Ali Akpek², Arif Koçoğlu³, Osman Eroğul⁴

¹Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye
okocak@baskent.edu.tr, hkurtuldu@baskent.edu.tr

²Brigham and Women's Hospital, Harvard Üniversitesi, Boston, ABD
aliakpek@gmail.com

³Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programı, Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye
arif@baskent.edu.tr

⁴Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara, Türkiye
erogul@etu.edu.tr

Özetçe— Tıbbi atıklar gelişen teknoloji ve yaygınlaşan sağlık hizmetleri ile birlikte günümüzde oldukça büyük hacimlere ulaşmıştır. Özellikle tek kullanımlık tıbbi cihaz ve sarfların yaygın kullanımını tıbbi atık üretimini arttıran nedenler arasındadır. Tıbbi atıkların hastanelerde ayrıştırılması, geçici olarak depolanması, transferi ve bertarafı süreçlerinin takip edilmesi çevre ve insan sağlığı açısından oldukça kritiktir. Bu çalışmada Türkiye'ye yeni kazandırılacak olan kamu özel ortaklığı şehir hastanelerinde uygulanması önerilen tıbbi atık toplama, ayrıştırma ve sınıflandırma süreçleri incelenmiştir. Ayrıca atıkların geçici depolama standartlarına değinilmiştir. Bunun yanında üretilen tıbbi atığın taşınması ve bertarafı için gerekli maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Tıbbi atık bertaraf yöntemleri incelenerek şehir hastanelerine en uygun yeni yöntemler ve teknolojilerin ofset modeli yatırımları üzerine önermeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler — tıbbi atık; teknoloji değerlendirme; şehir hastaneleri; iç bertaraf.

Abstract—Today, with developing technologies and expanding health care system, medical waste has reached a fairly large volume. Particularly, the extensive use of disposable medical devices and supplies are among the factors that increase the production of medical waste. Monitoring the processes involving the separation, temporary storage, disposal, and transfer of medical waste is critical in terms of the environment and human health. In this study, the implementation of medical waste collection, separation and classification processes were surveyed in new city hospitals constructed with public-private partnership. The standards for temporarily holding wastes were also discussed. Furthermore, the cost analysis required for the handling and disposal of medical waste was provided. By

means of studying the medical waste disposal methods, few suggestions regarding the most appropriate methods and models of offset technology investments for the city hospitals were proposed.

Keywords — medical waste; technology assesment; ppp city hospitals; self disposal.

I. GİRİŞ

Tıbbi atık, sağlık ünitelerindeki işlemler sırasında ortaya çıkan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklardan oluşan atıkların genel adıdır [1]. Faaliyetleri sonucunda tıbbi, atık oluşumuna neden olan üniteler (hastaneler, klinikler, doğumevleri, sağlık merkezleri, tıp merkezleri, dispanserler, sağlık ocakları, ayakta tedavi merkezleri, morglar, otopsi merkezleri, hayvan hastaneleri, kan üniteleri, diyaliz merkezleri, tıbbi araştırma merkezleri) tıbbi atıklarını, üzerinde uluslararası biyo tehlike amblemi bulunan torba, kap ile kesici-delici alet kapları, taşıma konteynırları ile geçici depolama birimlerine ulaştırmaktadırlar [1,2]. Böylelikle tıbbi atığın kaynağında ayrıştırılması sağlanmaktadır. Kaynağında ayrıştırma atıkların depolanması, taşınması ve bertarafı içinde oldukça faydalı bir süreçtir. Belediyeler ise buralardan kendileri veya yetkilendirdikleri firmalar vasıtasıyla özel tasarlanmış lisanslı tıbbi atık taşıma araçlarıyla atıkları bertaraf sahasına transfer etme ve bertarafından sorumludurlar [3].

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre tıbbi atık, evsel nitelikli atıklar, enfekte atık, ve patolojik atıklar sağlık kuruluşları tarafından ayrıştırılarak kontrollü olarak depolanmalıdır. Patolojik ve enfekte atıklar kimyasal ve



Klinik Mühendisliği 1

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

farmasötik atıklar, kesici-delici malzemeler, hastalık yapıcı etken taşıyan atıklardır. Patojen atıklar ise patojen olan veya olma riski taşıyan organlar, vücut parçaları, hayvan cesetleri, kan ve vücut sıvılarıdır. Üniterden atılan ancak enfekte olmamış mutfak atığı, bahçe atığı, büro atığı, ambalaj malzemeleri, şişe ve benzeri maddelerden oluşan atıklar evsel nitelikli atıklara örnektir. Hastalık etkenleri bulaşmış veya bulaşması muhtemel her türlü, insan doku ve organları, idrar kapları, kan veya plasenta bulaşmış atıkları, bakteri kültürleri, intaniye ve acil servis atıkları, yemek atıkları, bakteri ve virüs tutucu hava filtreleri, gaita ve bunlara bulaşmış eşyalar, araştırma amacı ile kullanılan deney hayvanlarının leşleri ile karantinadaki hastaların atıkları enfekte atıklara örnektir [4,5].

Neredeyse hastane içerisinde uygulanan tüm tedavi süreçleri sonucunda oluşan tıbbi atıklar, gelişen teknoloji, tek kullanımlık tıbbi cihaz ve malzemelerin artması ve uygulanan yeni tıbbi teşhis ve tedavi yöntemleri nedeniyle günümüzde hızlı bir artış göstermektedir. Ayrıca yüksek kapasiteli hastanelerde ayrıştırılması ve depolanması da profesyonel ve yetkin hizmet gerektirmektedir.

Ankara ili başta olmak üzere birçok ilde 34 farklı şehir hastanesi kamu özel ortaklığı ile tamamlanarak (PPP Public Private Partnership - Projeleri) 2018 yılında sağlık bakanlığının yatak kapasitesinin 45000 kadar daha artması beklenmektedir. Bu çalışmada kamu - özel ortaklığı kapsamında hayata geçirilecek olan şehir hastanelerinin oluşacak tıbbi atık yükünün az tehlikeli konuma geçirilebilecek ve kuruma tasarruf sağlayacağı düşünülen bir klinik mühendislik tıbbi atık yönetim modeli önerilmektedir. Ayrıca ofset finansman yapısı hakkında önerilere yer verilmiştir.

II. TIBBİ ATIKLAR

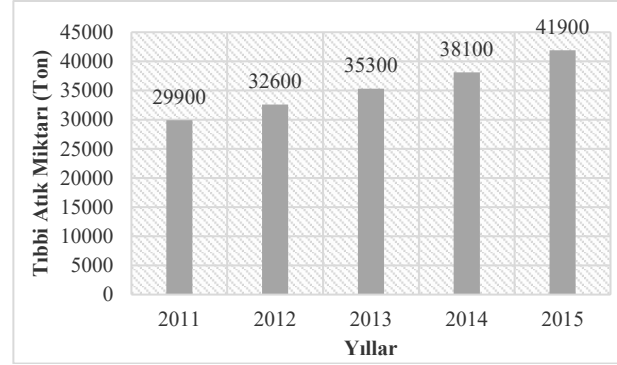
A. Tıbbi Atık Üretimi

Türkiye genelinde Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumuna bağlı 701, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu bünyesinde 173, 550 Özel ve 69 Üniversite Hastanesi olmak üzere toplam 1493 Hastane bulunmaktadır [6]. Bu hastanelerde hizmet veren toplam yatak kapasitesi ise 200101'dir [7]. Şehir hastanelerinin hizmete girmesi ile birlikte yatak kapasite hacminin %25 seviyelerinde artacağı ayrıca mega hastane yapıları ile üretilen tıbbi atığın büyük bölümünün bu kaynaklardan oluşacağı tahmin edilmektedir. Bu yüzden tıbbi atık üretiminin çok yoğun olduğu kurumlarda ayrıştırma işlemi gerçekleştirilmeli ayrıca bertaraf işlemine hazır hale getirme süreci de kurum içinde değerlendirilebilmelidir. Şekil 1'de ülkemizde üretilen tıbbi atık miktarları görülmektedir [7].

B. Tıbbi Atıkların Sınıflandırılması ve Ayrıştırılması

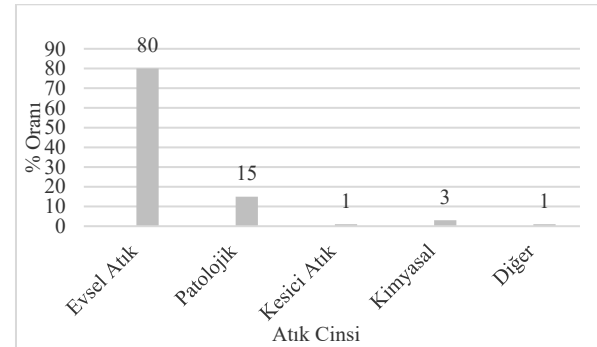
Hastanelerden kaynaklanan atıklar genel olarak enfekte ve biyolojik açıdan tehlikeli atıklar, enfekte olmayan katı atıklar (evsel nitelikli atıklar) ve tehlikeli atıklar olmak

üzere üç grupta toplanmaktadır. Bunlardan enfekte ve biyolojik açıdan tehlikeli atıkların patojen taşıma ihtimali yüksek, evsel nitelikli atıkların patojen taşıma ihtimali düşüktür. Tıbbi atıkların % 70 - 75'lik bir kısmı evsel atıklarla karıştırılabilir.



Şekil 1. Türkiye'deki Kamu Hastaneleri Kuruma Bağlı Sağlık Kuruluşlarındaki Tıbbi Atık Üretiminin Yıllara Bağlı Değişimi

% 10-25'lik grubu ise tehlikelidir ve sağlık riskleri içermektedir [7,8]. Şekil 2'de Türkiye'de oluşan tıbbi atığın ayrıştırıldıktan sonraki sınıflandırılması görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü Tehlikeli Tıbbi Atıkları 9 B biçimde Sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırma enfekte atıklar, patolojik atıklar, kesici-delici materyaller, farmasötik atıklar, genotoksik atıklar, kimyasal atıklar, yüksek ağır metal içerikli atıklar, basınçlı kaplar ve radyoaktif atıklardır.



Şekil 2. Ayrıştırılan Tıbbi Atıkların Oransal Dağılımı

Tıbbi Atıkların kontrolü yönetmeliğine göre, sağlık kuruluşlarından çıkan tıbbi atıkları kategorilerine göre ayrı toplamak gerekmektedir. Sağlık kuruluşlarından çıkan evsel atık, ambalaj atığı, tehlikeli atık, radyoaktif atık, tıbbi atık ve kesici-delici atıklar ayrılmalı ve bunların atık koruma özelliklerine göre depo edilerek bertaraf edilmelidir. Bundan dolayı tıbbi atık uygulaması ve tanımı Sağlık Kuruluşlarında oluşan atıklar, birbirinden kolayca ayırt edilebilen üç ayrı renkteki torbalarda toplanmaktadır. Evsel atıklar "SİYAH", Ambalaj, ilaç ve serum şişesi gibi cam atıklar ise "MAVİ" torbada toplanmalıdır [10]. Yukarıda tanımı yapılan tıbbi atıkların biyolojik içerikli ve enfekte özellik taşıyanları "KIRMIZI" torbada



Klinik Mühendisliği 1

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

toplanmalıdır. İğne gibi kesici – delici atıklar ise “SARI” Enfekte Atık Kovasına yerleştirilip ağzı kapatıldıktan sonra “KIRMIZI” torbaya konmalıdır. Üzerinde “Uluslararası Klinik Atıklar Amblemi” ve “Tıbbi Atık” ibaresi bulunmalıdır [7,8]. Bu sürecin sağlık kuruluşlarında uygulanması ile birlikte atığın kaynağında ayrılma işlemi gerçekleştirilmiş olur.

C. Tıbbi Atıkların Geçici Depolanması

Kaynağında ayrıştırılan tıbbi atıkların bertaraf edileceği noktaya gönderilmesi sürecinden önce sağlık kurumu bünyesinde geçici olarak depolanması gerekmektedir. Depolama kontrollü alanda gerçekleştirilmelidir. Ayrıştırılan atıkların uygun sıcaklık ve nem koşullarında transfer edileceği zamana kadar saklanması ve herhangi bir enfeksiyona neden olmaması istenmektedir. Saklama koşullarında sıcaklık 4°C nin altında olması durumunda depolama 1 haftaya kadar bekletilebilir [3]. Depolama tıbbi ve evsel atıklar olmak üzere kontrollü iki ayrı alanda depolanmalıdır. Bu prosedür tamamlandıktan sonra atıkların kalıcı olarak depolanacağı veya bertaraf edileceği yere transfer süreci başlayacaktır. Transferler belediyelerin araçlarıyla gerçekleştirilmekte ve her ilin belirlediği rayiçe göre ücretlendirilmektedir. Tıbbi atık miktarı fazla olan hastanelerin atık bedeli de kurum bütçesine ek yük oluşturmaktadır.

D. Tıbbi Atık Maliyet Analizi

Tıbbi atıkların bertaraf sürecinin yeni kurulan şehir hastaneleri için oldukça yoğun maliyet getireceği ön görülmektedir [7,9]. Kamu Hastaneleri Kurumu'na bağlı hastanelerde yatak başına düşen tıbbi atık miktarı denklem (1)'e göre hesaplanabilir.

$$YTAM(kg) = \frac{\sum_{t=0}^t A}{\sum_{t=0}^t DY} \quad (1)$$

YTAM; yatak başına düşen tıbbi atık miktarı, A; İncelenen süredeki toplam atık miktarı, DY; incelenen süredeki toplam dolu yatak sayısı, T; incelenen süre olarak ifade edilmektedir. KHK'na bağlı hastanelerde servise yatan hasta başına ortalama tıbbi atık miktarı (kg/kişi), 2013 yılında 4,9 Kg, 2014 yılında ise 5,03 kg'dır. Poliklinik düzeyinde hasta başına üretilen toplam atık miktarı ise 0,2 kg'dır. Sağlık bakanlığı verilerinden yola çıkılarak KHK'na bağlı hastanelerde üretilen tıbbi atığın bertaraf ücreti olarak harcanan rakam 2014 yılı için kg başına 2,18 TL'dir. Fakat bu bedele kalıcı depolama için ödenen ücret dahil değildir. S.B. verilerine göre 2015 yılında poliklinik muayene sayısı 306 Milyon kişi'ye ulaşmıştır [4]. 2015 yılında yatarak tedavi edilen kişi sayısı ise 7513643 kişidir. Yeni kurulan Ankara şehir hastanelerinin KHK na bağlı hastanelerin yatak sayısına oranı %5,77'dir. Toplam 125030 yatağın 7220 adedini oluşturmaktadır.

Ankara Bilkent Şehir Hastanesinin 3660 yatak ve Ankara Etlik Şehir Hastanesi ise 3560 yatak kapasitesine sahip olacağı beyan edilmektedir. Bu verilerden yola çıkarak yeni kurulan Ankara şehir hastaneleri için yıllık yatan hasta sayısının yaklaşık 500 bin kişi olacağı ön görülmektedir. Buna göre bu hastanelerin sadece yatan hastalardan üreteceği toplam atığın yıllık transfer ve bertaraf ücretinin yaklaşık 5,5 Milyon TL olacağı ön görülmektedir. Poliklinik hizmetleri de buna eklendiğinde hastane üzerine doğuracağı yük de daha fazla olacaktır.

III. TIBBİ ATIKLARIN BERTARAF SÜRECİ VE YENİ YAKLAŞIMLAR

Sağlık Kuruluşları tıbbi atıklar konusunda, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik ve Çevre Denetimi Yönetmeliği'ne tabidir. Burada belirtilen usul ve esaslara göre geçici depolama, tıbbi atık transferi, kalıcı depolama ve diğer bertaraf işlemleri gerçekleştirilir. Dünya Sağlık Örgütü'nün yapmış olduğu çalışmaya göre bertaraf metotları şöyle sınıflanmaktadır.

A. İnsenerasyon

Organik ve yanabilen atıkları yüksek sıcaklıkta yakarak inorganik, yanmayan maddelere dönüştüren metottur. En önemli sonuç atığın kütle ve ağırlığındaki azalmadır [9]. Bu süreç atıkların hem arıtma hem de bertaraf işlemini aynı anda yapması açısından avantajlıdır. Yeniden değerlendirilmeyen, yeniden kullanım olanağı olmayan atıklarda kullanılır. Yanma için gerekli oksijen havadan temin edilir. Atık, esasen karbon, hidrojen, oksijen, sülfür, klor ve inorganiklerle birlikte azot gibi bileşenlerden oluşur.

B. Sterilizasyon

Tıbbi atıkların bertarafı için birçok sterilizasyon yöntemi vardır. Bunlardan en çok kullanılan yöntem geniş hacimli bir otoklav ile atıkların sterilize edilmesi yöntemidir. Otoklav sisteminin seçilip kurulmasında hastanenin ürettiği atık miktarını karşılayacak sistemin teknoloji ve diğer gereksinimlerinin belirlenmesi gerekmektedir [10,11]. Buna göre yatırım maliyet hesaplamaları gerçekleştirilmelidir. Bunun yanında işletme maliyetleri çok iyi planlanmalıdır. İşçilik, elektrik, bakım – onarım ve yedek parça maliyetleri hesaplanmalıdır. Sterilize edilen tıbbi atıklar enfekte özelliklerini kaybettiklerinden yakma veya evsel atık bertaraf bölümlerinde bertaraf edilebilirler. Böylece tıbbi atık evsel atığa dönüştürülerek yüksek transfer ve bertaraf ücreti düşürülmüş olacaktır.

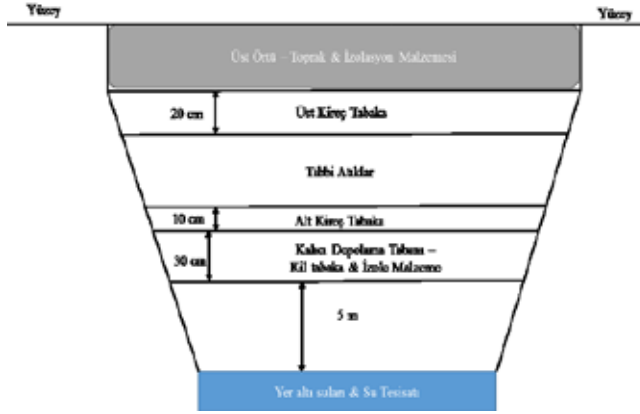
C. Tıbbi Atıklarda Gömme Prosedürü (Kalıcı Depolama)

Bu yöntem tıbbi atık bertarafında en pratik yöntemdir. Tıbbi atıklar zaman içinde toprağın içindeki bakteriler tarafından yavaş yavaş parçalanmaktadır. Tıbbi atıkların gömülmesi sırasında şekil 3'te verilen yöntem

Klinik Mühendisliği 1

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

uygulanmaktadır. Her ne kadar izolasyon malzemesi ve örtü olarak asgari 60 cm toprak örtüsü ve izolasyon malzemesi de kullanılsa atıklardan sızan sıvıların toprağa karışması riski bulunmaktadır [11]. Özellikle fazla yağış alan yerlerde bu olasılık daha da artmaktadır.



Şekil 3. Tıbbi atıkların gömülmesi

D. Yeni Bir Yaklaşım: Sterilizasyon ve Yakma Yöntemi

Şehir hastanelerinde üretilen tıbbi atığın geçici depolanması için gerekli yatırım oldukça fazla olacaktır. Günde ortalama 8 ton tıbbi atığın evsel nitelikte olmayan yaklaşık 3 tonu taşınma işleminden önce geçici olarak depolanacaktır. Bunun için gerekli fiziki alan hastane kompleksi içerisinde önemli bir alanı işgal edecektir. Bunun yanında hastane içerisinde konumlanacak bir atık sterilizasyon merkezi ile patojenik ve enfekte atıklar yüksek ısı ve kimyasal ile sterilize edilerek evsel atıklar ile birlikte yok edilebilirler. Böylelikle transfer ve bertaraf ücretleri azalacağından hastanenin sterilizasyon yatırım maliyetlerini de kurtararak kısa vadede kar edeceği düşünülmektedir.

Bir diğer yöntem ise güvenli ve kontrollü yakma işlemidir. Bunun için hastane kampüsü içerisine kurulacak olan tıbbi atık yakma merkezinde evsel ve tıbbi atıklar yakılarak bertaraf edilebilir. Ayrıca yakma işlemi sürecinde ısıdan da yararlanılarak hastanenin sıcak su ve ısınma maliyetlerinin bir kısmı karşılanabilecektir. Yakma işleminden önce enfeksiyon riski taşıyan ve hava yolu ile bulaşma riski olan organik yapılar steril edilerek yakıldığında bu işlem daha güvenli hale gelmektedir. Yakma işleminde uygulanan filtre ve diğer güvenlik yöntemleri uygulandığında çevre koruma sağlanmış olacaktır.

IV. SONUÇ VE YORUM

Yeni açılan şehir hastanelerinde bu problemi önleyici tedbirleri Klinik & Biyomedikal Mühendislik birimlerinin alması beklenmektedir. Tıbbi atıkların çevre ve insan sağlığına tehlike oluşturmadan bertaraf edilmesi için;

danışmanlık, eğitim ve planlama gibi alt yapıların sağlık kuruluşları için sağlanması gerekmektedir.

Tıbbi atık bertaraf işlemlerinde dikkat edilmesi gereken pratik yol hastane içi bertaraf sisteminin kurulmasıdır. Enfekte atıkların sterilizasyonunun gerçekleştirilmesi zorunluluğu oluşmalıdır. Bu süreçte sonra yakma veya kalıcı depolama işlemi gerçekleştirilmelidir. Patojenik atıkların çevreye yayılması insan ve canlı sağlığına tehdit oluşturmaktadır.

Tıbbi atıklar kaynağında çok iyi ayrıştırılmalı, geçici depolama süreleri mümkün olduğunca kısaltılmalı, depo alanları kontrol altında tutulmalı ve hijyen kuralları titizlikle uygulanmalıdır.

Özellikle teknoloji transferi ile gerçekleştirilecek olan yakma ve atık sterilizasyonunda kullanılacak cihaz ve sistemlerin ofset uygulamaları ile yaygınlaştırılması süreci de göz ardı edilmemelidir. Bu tip sistemlerin şehir hastanelerine kazandırılması ofset kapsamında olacağından; sistemlerin üretiminde ne kadar yerli katkı olacağını, ne kadarının yabancı firma yatırımı olacağı, teknoloji seviyesinin ne olduğu (teknoloji transfer yöntemi) ve üretim sonucunda ne kadarlık bir ihracat hacmi yaratılacağı Sağlık Bakanlığı tarafından değerlendirilmeli ve sistematize edilmelidir.

KAYNAKÇA

- [1] Mollamahmutoğlu, A. And Bekmezci, S. "Türkiye'de Tıbbi Atık Yönetimi, Bertarafına Yönelik Son Gelişmeler ve Ankarada'da ki Uygulamaları", İnşaat Mühendisleri Odası, e-kütüphanesi, 2009.
- [2] Tutar, D.Y., "Tıbbi Atık Yönetimi İçin Yeni Bir Yaklaşım ve Ankara Örneği", Ankara Üniversitesi, S.Bilimler Enst., Doktora Tezi, 2004.
- [3] Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete S. 25883, 22.07.2005
- [4] Güvenli Tıbbi Atık Yönetimi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yön. Genel Müd., Ankara, 2008.
- [5] Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete S. 29314, 02.04.2015
- [6] Çukurova, Z., "S. Bakanlığı, Kamu Hastaneleri İstatistik Yıllığı-2014", ISBN:978-975-590-557-0, Ankara, 2015.
- [7] Kömbe, A., "Tıbbi Atık Verilerinin Analizi", S. Bakanlığı, İstatistik, Analiz ve Raporlama Daire Başkanlığı, Rapor Bülteni, No.9, Ankara, 2015
- [8] Öztürk, M., "Sağlık Kuruluşlarında Atık Yönetimi, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Getirdiği Sorumluluklar", 5. Ulusal Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Kongresi, 2007, p.673-680.
- [9] Varınca, K., Esmen, C., Avsar, Y., "A New Model in the Medical Waste Management", EurAsia Waste Management Symposium, İstanbul, 2011.
- [10] Albayrak, D., Esmen, C. And Varınca, K.B., "Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemlerinden Buharlı Sterilizasyon Teknolojisi", ÇESKO 2008, Çevre Sorunları Kongresi, 2008, p.1-6,
- [11] Aydoğan, O., Varank, G., Bilgili, M.S., "Medical Waste Management In Gaziantep", Journal of Engineering and Natural Sciences, Vol.3, 2011, p.132-140,