

AKÜ FEMÜBİD 17 (2017) 035402 (974-979)

AKU J. Sci. Eng. 17 (2017) 035402 (974-979)

DOI: 10.5578/fmbd.66157

Plastik Ürün Üretiminde Tehlikeli Atıkların Azaltılması için Mevcut En İyi Teknikler

Salim Öncel¹, Nihal Bektaş^{2*}, Senem Bayar³, Yasemin Çalışkan⁴, Güleda Engin⁵^{1,2,3,4} Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli.⁵Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

e-posta: nbektas@gtu.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.02.2017 ; Kabul Tarihi: 11.12.2017

Özet

Bu makalede Türkiye'deki plastik ürün üretimi sektöründen kaynaklanan tehlikeli atıkların türlerinin ve miktarlarının belirlenmesi için yapılan çalışmalar sunulacak, çalışmalarda belirlenmiş TAÜF değerleri ve sektöre ait üretim kapasite bilgileriyle Türkiye'deki plastik ürün üretimde tahmin edilen tehlikeli atık üretim miktarı ortaya konmaya çalışılacaktır. Ayrıca üretilen tehlikeli atıkların azaltılmasına yönelik olarak, literatür ve saha çalışmalarından da yararlanılarak sektör tarafından uygulanabilecek mevcut en iyi teknikler (MET) önerilmiştir. Bu makalenin Dünya'daki benzer plastik ürün üretimi sektöründen kaynaklanan tehlikeli atıkların azaltımına ve yönetimine yönelik olarak fayda sağlayacağına inanılmaktadır. Plastik ürün üretimi, TÜBİTAK-KAMAG destekli "Türkiye'de Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı ile Uyumlu Tehlikeli Atık Yönetimi" başlıklı projede, Tehlikeli Atık Beyan Sistemi'nin (TABS) geliştirilmesi ve ülkemizin gereksinimlerinin karşılanması amacıyla incelenmiş öncelikli sektörlerden birisidir. Sektörde faaliyet gösteren üç sanayi kuruluşunda saha çalışmaları yürütülmüş, mevcut üretim prosesleri tüm girdi ve çıktılarını kapsayacak biçimde araştırılmıştır. Söz konusu sektör için, saha çalışmalarından elde edilen verilere dayanan tehlikeli atık listeleri ve birim üretim başına tehlikeli atık üretim miktarları (tehlikeli atık üretim faktörleri, TAÜF'ler) belirlenmiştir. Aynı zamanda, bu sektörde çalışan kuruluşların 2009 ve 2010 yıllarında TABS'a yaptıkları tehlikeli atık üretim miktarı beyanları ve literatürde yer alan veriler de değerlendirilmiş ve her atık için olası en az ve en çok miktarlar değerlendirilerek, TAÜF değer aralığı oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler

Tehlikeli atık, Plastik ürün üretimi, Mevcut En İyi Teknikler

Best Available Techniques for Hazardous Waste Reduction in Plastic Product Manufacturing

Abstract

In this article, the estimated amount of hazardous waste generation factors (HWGFs) was investigated by the types and quantities of hazardous wastes originating from the plastic product production sector using the data obtained from the field studies. The amount of hazardous waste in the similar plastic product production industry in Turkey were estimated by using HWGFs calculated in this works the production along with capacity information belonging to the sector. The best available techniques (BAT) were proposed to the industry to reduce hazardous waste. It is believed that this article will provide benefit regarding the reduction and the management of hazardous wastes generated by similar plastic product manufacturing industries in the world. Plastic product manufacturing industry is also the one of the priority industries that investigated in the project titled "Hazardous Waste Management in Compliance with European Union Environmental Regulations in Turkey" by the support of TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey). Current production processes were investigated to cover all inputs and outputs and hazardous waste lists and hazardous waste generation quantities per unit manufacturing (hazardous waste generation factors, HWGFs) were calculated for the mentioned industry. At the same time, hazardous waste generation quantity declarations made by industries in 2009 and 2010 to an internet based system called "Hazardous Waste Declaration System (HWDS) were evaluated and the range of HWGFs were created using possible minimum and maximum quantities for each waste using in this study and the literature data.

Keywords

Hazardous waste, Plastic product manufacturing, Best Available Techniques.

1. Giriş

Türkiye’de tehlikeli atıklar için en etkin ve en ekonomik yönetim sisteminin oluşturulabilmesi için üretilen tehlikeli atıkların güncel miktarları ile birlikte, niteliklerinin de bilinmesi gerekmektedir. Öncelikli sektörler için birim üretim başına tehlikeli atık üretim miktarlarının (tehlikeli atık üretim faktörü, TAÜF) belirlenmesi ile Türkiye’de üretilen tehlikeli atık tür ve miktarının coğrafi ve sektörel dağılımı belirlenebilecektir. Ayrıca çıkan tehlikeli atık miktarı ürün veya hammadde miktarı ile ilişkilendirilebilecek ve sektör için atık önleme ve azaltma tedbirleri belirlenebilecektir.

“Türkiye’de Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı ile Uyumlu Tehlikeli Atık Yönetimi” başlıklı projenin ilk aşamasında, Türkiye’de tehlikeli atık üretimi açısından öncelikli sektörlerden biri olan plastik ürün üretim sektöründen çıkan tehlikeli atıkların tür ve miktarlarının belirlenmesi için detaylı çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda; sektörde faaliyet gösteren üç sanayi kuruluşunda saha çalışmaları yürütülmüş, mevcut üretim prosesleri tüm girdi ve çıktılarını da kapsayacak biçimde araştırılmıştır. Daha sonra; ana üretim prosesleri, yan üretim prosesleri ve diğer faaliyetlerden kaynaklanan tehlikeli atıklar, kaynaklandıkları proses aşamaları, nitelikleri ve miktarları belirlenmiştir. Bu verilerle, söz konusu öncelikli sektör için, saha çalışmalarından elde edilen verilere dayanan tehlikeli atık listeleri ve birim üretim başına tehlikeli atık üretim miktarları (tehlikeli atık üretim faktörleri, TAÜF’ler) belirlenmiştir.

Paralel olarak, bu sektörde çalışan kuruluşların 2009 ve 2010 yıllarında TABS’a yaptıkları tehlikeli atık üretim miktarı beyanları ve sektör için literatürde yer alan veriler de değerlendirilmiş ve her atık için olası en az ve en çok miktarlar değerlendirilerek, TAÜF değer aralığı oluşturulmuştur.

Bir sonraki aşamada; üretilen tehlikeli atıkların azaltılmasına yönelik olarak, literatür ve saha çalışmalarından da yararlanılarak sektör tarafından uygulanabilecek mevcut en iyi teknikler (MET) irdelenmiştir. Oluşturulan olası MET listesi, çalışılan

kuruluşlarla birlikte değerlendirilmiş ve ülkemiz koşullarında uygulanabilir olanlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu makalede, plastik ürün üretiminden kaynaklanan tehlikeli atıklar ve atık azaltımı için geliştirilen MET’ler sunulmuştur.

2. Plastik Ürün Üretim Sektörü

Plastik mamul üretimi sektörünün NACE Rev2 ekonomik faaliyet kodu “22.20 – Plastik Ürünlerin İmalatı”dır.

İmalat sanayinin (C.22) bölümü altında yer alan kauçuk ve plastik ürünleri imalatı grubunun bir alt sınıfı olan 22.20 “Plastik ürünlerin imalatı”, yeni ya da kullanılmış (örneğin yeniden dönüştürülmüş) herhangi bir plastiğin işlenerek ara ürün ya da nihai ürün haline getirilmesini içermektedir. Kullanılan bu işlemler basınç uygulayarak kalıplama, çekilerek kalıplama, içeri atılarak kalıplama, püskürtme-kalıplama veya kalıba dökme olabilir.

2.1. Saha Çalışmaları

Plastik ürün üretiminde kullanılan farklı prosesleri inceleyebilmek üç farklı tesiste saha çalışması yapılmıştır. Saha çalışması yürütülen tesislerde, belirli zamanlarda ziyaret edilerek yerinde incelemeler yapılmıştır. Tesislerin üretim prosesleri incelenmiş, incelenen prosesler için girdi ve çıktı miktarlarına ilişkin veriler alınmıştır. Proses bazlı atık üretim faktörleri alınan bilgilere ve gözlemlere göre hesaplanmaya çalışılmıştır.

Tesis çalışmalarının gerçekleştirildiği Tesis 1 bir enjeksiyon kalıplama, Tesis 2 ve Tesis 3 ise ekstrüzyon kalıplama tesisidir. Aşağıdaki alt bölümlerde, bu tesislerle ilgili detaylı bilgi sunulmaktadır.

Plastik Şalt Cihazı Üretim Tesisi-Tesis 1

Elektrik iletimi ve dağıtımında arıza olması ya da bakım onarım yapılacağı durumlarda sisteme ve işletmeciye zarar vermeksizin enerjinin kesilmesini ve tekrar sisteme verilmesini sağlayan cihazlara şalt cihazları denmektedir. Bu cihazların üretimi

sırasında plastik enjeksiyon kalıplama işlemi gerçekleştirilmektedir.

Plastik enjeksiyon kalıplama işleminde, ısıtılarak eritilmiş plastik hammadde bir kalıp içine enjekte edilerek şekillendirilir ve soğutularak kalıptan çıkarılır.

Bir plastik enjeksiyon parçasının üretim prosesi genellikle aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- **Kapama:** Enjeksiyon makinesinin üç ana parçasından biri olan kapama ünitesi (mengene), enjeksiyon ve soğutma esnasında kalıbı basınç altında tutan ünedir. Başka bir deyişle, enjeksiyon kalıbının dişi ve erkek olmak üzere iki tarafını birleştiren ünedir.
- **Enjeksiyon:** Bu aşamada, granül halindeki plastik malzeme enjeksiyon ünitesindeki hazneye dökülür. Daha sonra elektrik motoru ile kumanda edilen bir vida vasıtası ile rezistanslı ısıtıcılarla ısıtılan silindir içine ile alınır. Vida, sıkıştırma işlemi yaparak sıcaklık ve basınç altında eriyik hale gelen plastik malzemeyi silindirin sonuna kadar ileterek, kalıbı doldurmak için yeterince malzeme alındığında enjeksiyon işlemine geçilir. Eriyik hale gelmiş plastik, makinenin ucundaki bir meme vasıtası ile kalıbın içine gönderilir.
- **Ütüleme:** Parçanın istenen ölçülerde olması ve görünümünde hata olmaması için ütüleme işlemi uygulanır. Bu aşamada basınç uygulanarak, kalıp içine enjekte edilmiş olan plastik eriyiğin kalıp boşluğunu iyice doldurması sağlanarak kalıp içinde katı hale gelinceye kadar işlem devam eder.
- **Soğutma:** Soğutma, enjekte edilen eriyik hammaddenin, kalıbın içinde sertleşmesini sağlar. Kalıp açma: Kalıp içinde sertleşen kompozit maddenin kalıptan çıkarılması için kapama ünitesi kalıbın iki tarafı ayrılacak şekilde açılır.
- **Çıkarma:** Kalıplar içindeki bitmiş parça iticiler vasıtası ile kalıptan çıkarılarak kullanıma hazır hale gelir.

Kalıp içinde sertleşen kompozit madde kalıptan çıkarılarak birçok endüstride kullanılabilir.

Plastik Şalt Cihazı Üretim Tesisinde uygulanan plastik enjeksiyon kalıplama proseslerinin incelenmesinin yanı sıra aynı zamanda atıklar üzerinde de çalışmalar yapılmıştır. Tehlikeli atıklar için üretim verileri incelenmiştir. Bu atık üretim değerleri, o yıla ait “adet (ürün)” üretim değerine bölünerek, “adet atık/adet şalt cihazı” ve “kg atık/adet şalt cihazı” birimi ile atık üretim faktörleri hesaplanmıştır.

PVC Profil Üretim Tesis-Tesis 2

Saha çalışması yapılan ikinci tesis plastik inşaat malzemeleri üretmektedir (PVC Profil). Extrüderden çıkan beyaz ürünlerin bir kısmı kaplama kısmına gönderilir. Burada kaplama olarak sözü edilen işlem laminasyon işlemidir. Laminasyon, kaplanan malzemenin dayanıklılığını artırır, boyama ürünlerle kıyaslandığında renklerin dayanımını oldukça artırır. Tesisin plastik ekstrüzyon prosesi incelenmiş ve ortaya çıkan tehlikeli atıklar tespit edilmiştir.

Plastik Malzeme Üretimi-Tesis 3

Saha çalışması yapılan 3. tesiste üretim üç ana başlıkta özetlenebilir; Thermoform baskılı ve baskısız ürünler, Endüstriyel Levhalar, Compound & Masterbatch. Ayrıca tesiste üretim için Omipa ve Matbaa hattı olmak üzere iki hat bulunmaktadır.

Omipa hattı solid levha üretimi yapılan hattı ifade etmektedir. Burada akrilik, polikarbonat ve PET-G malzeme kullanılarak levha üretimi yapılmaktadır.

3. Proses Bazında Tehlikeli Atık Üretimi

Yukarıda sözü edilen tesislerden kaynaklanan tehlikeli olması muhtemel atıklar gruplandırıldığında üç ana başlık ortaya çıkmaktadır. Bunlar;

- 0702 kodu altında yer alan ‘Plastiklerin, Sentetik Kauçuk ve Yapay Elyafın İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar’

- 1201 kodu altında yer alan 'Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar'
- 1605 kodu altında yer alan 'Basınçlı Tank İçindeki Gazlar ve Iskartaya Çıkmış Kimyasallar' dır.

0702 kodu 'Plastiklerin, Sentetik Kauçuk ve Yapay Elyafaların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar' altında yer alan 070203 kodlu 'Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözümler' ve 070208 kodlu 'Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları' Tesis 2 saha çalışmalarında; 1201 kodu 'Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar' altında yer alan 120120 kodlu 'Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri' Tesis 3 saha çalışmalarında; 1605 kodu 'Basınçlı Tank İçindeki Gazlar ve Iskartaya Çıkmış Kimyasallar' altında yer alan 160507 kodlu 'Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan ıskarta anorganik kimyasallar' Tesisi 1 saha çalışmalarında gözlemlenen atıklardır.

Sektörden kaynaklanan atıklar ve TAÜFLerin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar literatür, saha çalışması ve TABS dan faydalanılarak yapılmıştır. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda plastik sektörden beklenen proses atıkları, yan proses atıkları ve proses dışı atıklar ile her bir atık için TAÜF'ler belirlenmiştir. TAÜF değerlerini belirlerken TABS beyanlarından hesaplanan ortalama değerler, saha çalışmaları sırasında hesaplanan değerler ve literatür değerleri birbirleriyle karşılaştırılmış ve ortalama bir atık üretim faktörü, 'kg/ton' şeklinde belirlenmiştir. Bu sonuçlar başka bir çalışmada yayınlanmak üzere sunulmuştur.

Bu çalışmada ayrıca, TABS beyanları, saha çalışmaları ve literatür çalışmalarına göre belirlenen TAÜF değerleri ve Türkiye genelinde Kapasite Raporu olan firmaların bilgilerinden oluşturulan TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği) sanayi veri tabanındaki veriler ile Türkiye'deki plastik ürün üretimi sektöründen kaynaklanabilecek tahmini tehlikeli atık miktarının bulunması hedeflenmiştir.

Plastik ürün üretimi sektöründe "22.20 – Plastik Ürünlerin İmalatı" NACE kodu için TABS beyanlarına göre tehlikeli atık üretimi hesaplanırken beyanda bulunan kuruluşların toplam üretim kapasitesi ile TAÜF değerleri kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre plastik ürün üretimde tahmin edilen tehlikeli atık üretimi 156828 ton/yıl olarak belirlenmiştir.

4. Plastik Ürün Üretiminde Atık Azaltımı için Geliştirilen Mevcut En İyi Teknikler (MET)

Seçilen örnek tesislerde üretim prosesi akım şeması, madde ve enerji dengesi, atık üretim miktarları irdelenmiş, elde edilen veriler kullanılarak, atık önleme ya da atık azaltma yönünde yapılabilecek olası proses içi modifikasyonlar ya da iyileştirmeler araştırılmıştır. Bu sırada, öncelikle Avrupa Komisyonu Entegre Kirlilik Kontrolü ve Önleme Bürosu tarafından hazırlanan Mevcut En İyi Teknikler referans dokümanları göz önünde bulundurulmuş, ayrıca literatürde yer alan diğer benzeri kaynaklardan yararlanılmıştır. Sektör için oluşturulan olası proses içi modifikasyonlar ya da iyileştirmeler çalışılan pilot tesis yetkilileri ile birlikte değerlendirilmiş böylelikle ülkemiz koşullarında uygulanabilir tekniklerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Plastik ürün üretimi sektörü için MET belirlenirken temel olarak Pollution Prevention Technology Handbook, Life HAWAMAN "Metal Sektörü Rehber Dökümanı"ndan (Denz, 2009) faydalanılmıştır. Literatürdeki diğer kaynakların incelenmesi ve saha çalışmaları sonucu plastik ürün üretimi sektörü için tesis içinde tehlikeli atık önleme ve azaltmaya yönelik dört adet tedbir olduğu tespit edilmiştir.

Plastik ürün imalatına ilişkin MET'ler Çizelge 1'de sunulmuştur (TUBİTAK KAMAG, 2002). Çizelge 1'de de görüldüğü gibi halojen içermeyen çözücülerin kullanılması, düşük buhar basınçlı çözücülerin kullanılması ya da geri dönüştürülebilir çözücülerin kullanılması 070203 kodlu atığın hem tehlikeliliğini hem miktarını azaltabilir. İşlem veriminin artırılması 070208 kodlu atığın miktarını azaltabilir. Yağ ile plastiğin ayrıştırılarak geri kazanılması 120120 kodlu atığın geri kullanım ile miktarını azaltabilir. Sipariş yönetiminin iyileştirmesi ya da yarı mamul kimyasal

hammadenin depolama şartlarının iyileştirilmesi 160507 kodlu atığın miktarını azaltabilir. Plastik ürün üretimi endüstrisindeki MET uygulamalarıyla (Çizelge 1) birlikte, tehlikeli atıklar tehlikelilik özelliğinden çıkmakta ve proseste yeniden kullanılabilir hale gelmektedir. Bu sayede işletme

hem atık bertaraf maliyetinden kurtulmakta hem de kullanılan hammadde miktarı azaldığından plastik ürün üretimi maliyeti azalmıştır.

Çizelge 1. Plastik ürün imalatına ilişkin MET'ler

Atık Kodu	Atığın Adı	BAT Adı	Açıklaması	Mevcut/yeni tesislere uygulanabilirliği	Referans
07 02 03	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	Halojen içermeyen çözücülerin kullanılması	Atığın tehlikeliliğini azaltır.	Yeni Tesis Mevcut Tesis	0
		Düşük buhar basınçlı çözücülerin kullanılması (daha az buhar oluşumu)	Atık azaltımı uygulanır.	Mevcut Tesis Yeni Tesis	
		Geri dönüştürülebilen çözücülerin kullanılması	Atık azaltımı uygulanır.	Mevcut Tesis Yeni Tesis	
07 02 08	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	İşlem veriminin artırılması	Atık miktarını azaltır.	Mevcut Tesis	0
12 01 20	Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	Yağ ile plastiğin ayrıştırılarak geri kazanılması	Geri kullanım yapılarak, atık miktarını azaltır.	Yeni Tesis Mevcut Tesis	Saha Çalışması
16 05 07	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan iskarta anorganik kimyasallar	Sipariş yönetiminin iyileştirilmesi	Atık miktarını azaltır.	Yeni Tesis Mevcut Tesis	Saha Çalışması
		Yarı mamul kimyasal hammaddenin depolama şartlarının iyileştirilmesi	Atık miktarını azaltır.	Yeni Tesis Mevcut Tesis	

5. Tartışma ve Sonuç

Bu makalede, söz konusu "Türkiye'de Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı ile Uyumlu Tehlikeli Atık Yönetimi" başlıklı proje kapsamında, plastik ürün üretimi sektöründe yapılan çalışmaların bazı sonuçları sunulmuştur.

Plastik ürün üretimi sektörüne dair literatür taraması, 2009 ve 2010 yılı TABS beyanları ve yapılan saha çalışmaları ile TAÜF değerleri belirlenmiştir. Belirlenen TAÜF değerleri ve sektöre ait üretim kapasite bilgileriyle ülkemizdeki plastik ürün üretimi sektöründen kaynaklanan tehlikeli atıkların miktarı tahmini olarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Söz konusu sektörde üretilen tehlikeli atıkların azaltılmasına yönelik olarak, literatür ve saha çalışmalarından da yararlanılarak tesis içinde uygulanabilecek mevcut en iyi teknikler (MET) önerilmiştir. Hem mevcut hem de yeni tesislere uygulanabilirliği olan bu tekniklerin endüstriyel tesislerde kullanılması ile bazı atıkların oluşumunun engellenmesi ya da atık üretiminin en aza indirgenmesi mümkündür. Bu makalede plastik ürün üretimi endüstrisi için önerilen MET uygulamalarıyla

tehlikeli atıklar tehlikelilik özelliğinden çıkmakta ve proseste yeniden kullanılabilir hale gelmektedir. Bu sayede işletmeler hem atık bertaraf maliyetinden kurtulmakta hem de kullanılan hammadde miktarı azaldığından plastik ürün üretimi maliyeti azalmıştır.

Teşekkür: Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenen 107G126 nolu "Türkiye'de Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı ile Uyumlu Tehlikeli Atık Yönetimi" projesi kapsamında hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry / U.S. Dept. of Health and Human Services California Plastics Industry Hazardous Waste Source Reduction Assessment 2006 Reporting Year Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009, Tehlikeli Atık Sınıflandırma Kılavuzu, Cilt-2.
- Denz W., Mayıs 2009, "LIFE HAWAMAN Projesi-Metal Sektörü Rehber Dökümanı", T.C. Çevre Orman Bakanlığı
- Directive 2010/75/EC on industrial emissions (integrated pollution prevention and control), 2010
- Plastic Industry Environmental Review: "An assessment of the significant environmental aspects and impacts

associated with plastic manufacturing in Ho Chi Minh City, Vietnam” June, 2002

Tsaia, W.T., Chou, Y.H., 2004, Government policies for encouraging industrial waste reuse and pollution prevention in Taiwan, Department of Environmental Engineering and Health, Chia Nan University of Pharmacy and Science, Tainan 717, Taiwan.

TÜBİTAK KAMAG, 107G126, "Türkiye’de Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı ile Uyumlu Tehlikeli Atık Yönetimi" Proje Sonuç Raporu, Kasım 2012

Yılmaz, Ö., Can, Z. S.; Toroz, I.; Dogan, O.; Oncel, S.; Alp, E.; Dilek, F. B.; Karanfil, T.; Yetis, U., 2014, Use of theoretical waste inventories in planning and monitoring of hazardous waste management systems, Waste Manag Res Aug 28;32(8):763-71.

Yılmaz, Ö., Yetiş, Ü., Atık Üretim Faktörleri Kullanılarak Organik Kimya Sanayinden Kaynaklanan Tehlikeli Atık Üretimini Belirlenmesi Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

Yücekutlu, Y., Tok, E ve Sanalan, T., Mevcut En İyi Tekniklerin (BAT) Bölgesel Hava Kirliliğinin Kontrolünde Kullanılması Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 06560 ANKARA

İnternet kaynakları

<http://sanayi.tobb.org.tr/>