

Şanlıurfa Katı Atık Depolama Alanındaki Sera Gazı Emisyonu Değerlerinin Meteorolojik Verilerle Modellenmesi

Halil Arı, Mustafa Aslan, Bülent Armağan

Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 63000, Osmanbey/Şanlıurfa

Özet

Katı atık yönetimi hiyerarşisinde son aşama, atıkların insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek uygun metotlar ile bertarafıdır. Geri kazanılamayan ve geri dönüştürülemeyen atıkların depolanması suretiyle bertarafı günümüzde halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Atıkların kontrolsüz-vahşi depolanması alıcı ortamlar olan hava, su ve toprağa giderilmesi güç, bazen kalıcı zararlar vermektedir. Çöp sızıntı sularının yer altı sularına karışarak kıt olan su kaynaklarımızı etkisi yüzyıllar sürecektir. Çöplerin kullanılamaz hale getirmemesi, çöp gazının doğrudan atmosfere karışarak küresel ısınmaya sebebiyet vermemesi, toprak katmanında oluşan kirliliğin flora ve faunayı etkilememesi için "Düzenli Depolama" yapılması zorunludur.

Şanlıurfa'da günlük ortalama 855 ton katı atık herhangi bir geri kazanma işlemine tabi tutulmadan uzaklaştırılmaktadır. Şanlıurfa Belediyesi kentte oluşan katı atıkları halihazırda kentin yaklaşık 7 km güneydoğusunda Şanlıurfa-Akçakale Karayolu'nun batısındaki İkizce köyü mezarında düzensiz ve katı atık kontrolü yönetmeliğine aykırı bir şekilde depolamaktadır. Yakın zamanda düzenli depolama tesisinin hizmete girmesi ile eski depolama alanında rehabilitasyon çalışmalarına başlanacaktır.

Bu çalışmada, Şanlıurfa'daki vahşi depolama alanında mevcut durumun sera gazları olan, N_2O , CH_4 ve CO_2 'nin haftalık analizleri yapılmış ve analizlerin yapıldığı süreçteki meteorolojik veriler düzenli aralıklarla takip edilmiştir. Bu analizler ışığında kapalı oda metodu kullanılarak gaz miktarları belirlenmiştir. Söz konusu gazların katı atık alanı içerisindeki ortalama miktarlarıyla meteorolojik veriler ile değişimleri çoklu regresyon modellemesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Katı Atık, Vahşi Depolama, Gaz Analizi, Sera Gazları, Modelleme

Modelling of Greenhouse Gas Emissions of Şanlıurfa Landfill with Meteorological Data

Abstract

The last stage in solid waste management is the disposal of waste with methods that will not be harmful to the public and the environment. The disposal through storage, of waste that can not be recovered and recycled is still widely used today. The wild-uncontrolled storage of waste causes difficult to solve and sometimes permanent harm to the air, water and the soil. It is absolutely necessary to make landfills so that the liquids leaking from the waste storage do not contaminate the waters for hundreds of years, that the gases from the waste

do not cause global warming by mixing with the atmosphere and that the pollution in the soil do not effect the flora and the fauna.

An average of 855 tons of solid waste is being disposed in Sanliurfa everyday without being subjected to a recovery process. Currently, the Sanliurfa Municipality stores the solid waste 7km in the southeast of Sanliurfa, in the Ikizce village in the west of the Sanliurfa-Akcakale road, uncontrolled and in violation of the solid waste control regulations. When the landfill goes into effect soon, the rehabilitation work of the old storage area will be started.

In this study, the weekly analyses of the greenhouse gases N_2O , CH_4 ve CO_2 were made of the present situation at the uncontrolled storage area. Also, the meteorological data were followed during the course of the analyses. In light of these analyses, the gas amounts were recorded with the closed room method. A multi-regression modelling was made with the averages of the aforementioned gases in the solid waste area and the meteorological data and the changes in that data.

Keywords: Landfill, Wild Landfill, Gas Analysis, Greenhose Gasses, Modelling

1. Giriş

Temel sera gazlarını oluşturan CO_2 , CH_4 ve N_2O ’nun atmosferdeki değişimi incelendiğinde ortaya çarpıcı sonuçlar çıkmaktadır. Son bin yıl incelendiğinde, 1800’lü yıllara kadar bu gazların atmosferdeki konsantrasyonu hemen hemen sabit iken, 1800’lerden sonra hızlı bir artış göstermiştir. Örneğin, CO_2 ’nin atmosferik konsantrasyonu 280 ppm civarında iken, 1800’lerden sonra hızla artarak 360-380 ppm değerine yükselmiştir. Yine aynı süreçte CH_4 gazı ise 750 ppbv iken günümüzde 1500 ppbv değerine yükselmiştir. Bir diğer sera gazı olan N_2O ise 270 ppbv değerinden günümüzde 310 ppbv seviyelerine ulaşmış ulunmaktadır. CO_2 , CH_4 ve N_2O gazları sırasıyla küresel ısınmanın %60, %15 ve %5’in den sorumlu tutulmaktadır. Aynı zamanda bu gazlar yine sırasıyla atmosferik konsantrasyonları her yıl % 0.4, % 3, ve % 0.22 oranında artış göstermektedirler [1].

Antropojenik yollardan olarak oluşan Nitroz oksit (N_2O) gazı küresel ısınmanın yaklaşık %6’sını teşkil eder [1, 2, 3]. N_2O gazı CH_4 ve CO_2 den miktar olarak en düşük gözükse de, atmosferde ısı tutma kapasitesi CO_2 ’nin 310 katı olduğu düşünülürse oldukça önemli olduğu görülmektedir [1, 4]. Ayrıca N_2O gazı stratosferde ozon tabakasını harap etmektedir. Atmosferde bulunan N_2O gazı tarım alanları, otlaklar, sulakalanlar, orman ve çöp depolama alanları gibi çok çeşitli ekosistemlerde oluştuğu bilinmektedir [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Ama N_2O gazı çoğunlukla topraktaki mikrobik proses sayesinde nitrifikasyon (NH_4^+ oksidasyonu sonucu NO_3^- ’den NO_2^- oluşması) yan ürünü olarak ve denitrifikasyonun (NO_3^- ’tan N_2 indirgenmesi sırasında $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow N_2O$ oluşması) ara ürünü olarak oluşmaktadır.

Çöp depolama alanlarında kullanılan örtü toprağına ve ortamın heterojenliğine bağlı olarak N_2O gazı emisyonu çok değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir [11, 12, 13]. Çöp depolama alanları genellikle önemli CH_4 emisyon kaynakları olarak bildirilmektedir [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

2. Materyal ve Metod

Ölçüm yapılan yer Şanlıurfa’nın vahşi katı atık depolama alanıdır. Bu alana Şanlıurfa Belediyesi kentte oluşan katı atıklarını hiçbir geri kazanıma tabi tutmadan kentin yaklaşık 7 km güneydoğusunda Şanlıurfa-Akçakale Karayolu’nun batısındaki İkinizce köyü mezrasında düzensiz ve katı atık kontrolü yönetmeliğine aykırı bir şekilde depolanmıştır. Ölçüm yapılmasından çok kısa bir süre önce Şanlıurfa Belediye’sinin hizmete koyduğu düzenli çöp depolama alanının açılması dolayısıyla numune alma sırasında alana yeni çöp alınmamıştır. Çöp depolama alanı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1 Şanlıurfa Vahşi Katı Atık Depolama Alanı Uydur Görüntüsü

2.1. Numune Alma ve Kapalı Oda Metodu ile Emisyon Miktarları

Çöp depolama alanındaki gaz emisyonlarının miktarını belirlemek için kapalı oda (closed chamber) metodu kullanılarak belirlenmiştir. Çöp depolama alanının içerisinde geçen yola yaklaşık olarak 3-5 m'den az olmayacak şekilde 10 ayrı noktadan haftada bir bu ölçüm için geliştirdiğimiz 15 cm çapında 20 cm yüksekliğinde ve üstü yaklaşık 0,5 cm çapında bir delik olacak şekilde kapatılan silindirik bir kapdan (closed chamber) yararlanıldı. Ayrıca Bu kabın yaklaşık 1 cm çöpün içerisine batırılmasına dikkat edilmiştir. Numuneler, kapalı odaları çöpün üzerine yerleştirdikten 10 dakika bekleme süresinden sonra üzerinde bulunan delikten 10 mL lik şırıngalar vasıtasıyla 10 ayrı noktadan alınmıştır. Alınan numuneler en fazla 1 saat içerisinde ECD, FID ve metanizer detektörlü Greenhouse GC (SRI Instruments) ile CH₄, CO₂ ve N₂O gazları ölçümleri yapılmıştır. Ocak ve kolon sıcaklıkları ise 100°C olarak ayarlanmıştır. Çalışma Şubat 2009 -Nisan 2009 tarihleri arasında 6 Çöp depolama alanından yayılan gazların emisyonu ise aşağıdaki formülle bulunur [21, 22, 23].

$$f = \left(\frac{V}{A} \right) \left(\frac{C}{t} \right)$$

Burada; f gaz emisyonu mg m⁻² sa⁻¹; V kapalı oda (closed chamber)'nın hacmi, m³; A oda (closed chamber)'nın kesit alanı, m²; C kapalı odada ölçülen gaz konsantrasyonu, mg m⁻³; t numune alma süresi, sa.

2.2. Gaz Emisyon Miktarları

Ölçüm süresince elde edilen emisyon miktarları bu konuda yapılan çalışmalarla karşılaştırmalı olarak Çizelge 1'de özetlenmiştir. Çizelge 1'den de görüldüğü gibi bu çalışma ile elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmaların bulduğu değerler arasında olduğu gözlenmektedir. [23] deki değerin düşük çıkmasının nedeni ise çalışma düzenli çöp depolama alanında yapılmasından kaynaklanmış olabilir.

Yapılan çalışma sonucu, CH₄ için İngiltere’deki katı atık kanununa [24] (Environment Agency, 2004) göre çöp depolama tesislerindeki uyulması gereken standart değer 3,6 mg m⁻² sa⁻¹ den yüksek çıkmıştır.

Ölçüm sonuçlarının hava sıcaklığı (°C), nem (%) ve rüzgâr hızı (km/sa) meteorolojik verileriyle birlikte Şekil 2-4’te özetlenmiştir. Bu sonuçlara göre şu ana kadar yapılan emisyon ölçümlerinin bu meteorolojik verilerle regresyon analizi sonuçları ise Çizelge 2’de verilmiştir:

Çizelge 1. Ölçülen gazların emisyon ölçüm değerleri*

Gaz Emisyonları mg m ⁻² sa ⁻¹	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Bu çalışma (n=60)	12,383 ± 15,915	465,26 ± 321,805	641,152 ± 184,184
Zhang, H.H. ve ark., 2008b	ÇY**	ÇY	0,469 ± 0,769
Chen ve ark., 2008***	8,8 ± 0,3 – 21,7 ± 4,3	495 ± 31 - 1012 ± 43	ÇY
Hedge, U. ve ark., 2003	0.99 – 65,7	48,46 – 93,70	ÇY

*Verilen değerler ortalama ± standart sapma şeklindedir.

**ÇY: Çalışma Yapılmamış

*** Minimum ve maksimum değerler

Çizelge 2. Emisyon ölçümlerinin meteorolojik verilerle çoklu regresyon analizi*

Emisyon Gazı	R	R ²
CH ₄	0,751	0,564
CO ₂	0,955	0,913
N ₂ O	0,618	0,382

*Çoklu regresyon analizinde hava sıcaklığı, nem ve rüzgâr hızı verilerinin hepsi modeldedir.

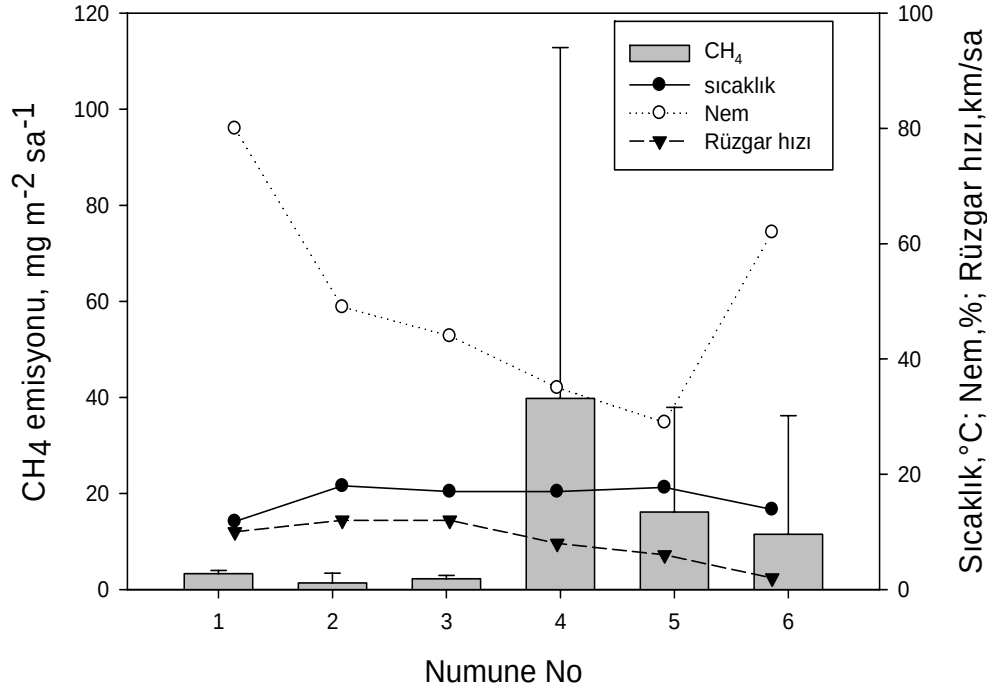
Çizelge 2’ye göre meteorolojik veriler CO₂’i çok iyi açıklamaktadır. Diğerlerini ise numune sayısı artarsa açıklayabileceği öngörüsü yapılabilir.

3. Değerlendirme ve Sonuç

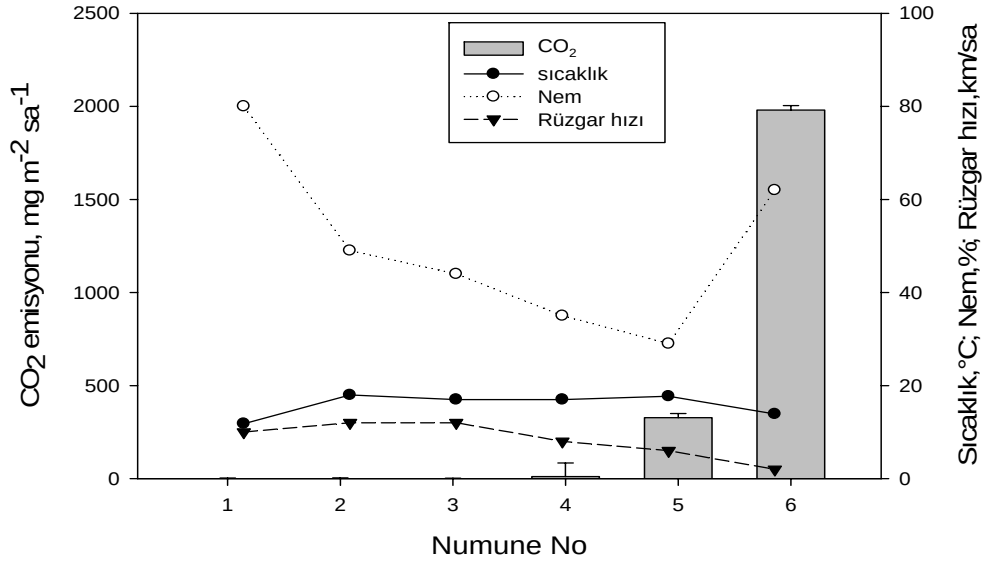
Bu çalışmada, Şanlıurfa’daki vahşi depolama alanının mevcut durumu küresel ısınma için çok önem arz eden CH₄, N₂O ve CO₂ düzenli aralıklarla takip edilmiştir. Elde edilen bulgular yürürlükteki yönetmelik çerçevesinde değerlendirilmiş, alınması gereken önlemler kısa, orta ve uzun vadede olacak şekilde ortaya konulmuştur.

Aynı zamanda meteorolojik verilerle de değişimi incelenmiştir. Elde edilen bulgular ve meteorolojik verilerle değişimi grafize edilmiştir. Ayrıca CH₄ için İngiltere’deki katı atık kanununa [24] göre çöp depolama tesislerindeki uyulması gereken standart değer 3,6 mg m⁻² sa⁻¹ den yüksek çıkmıştır

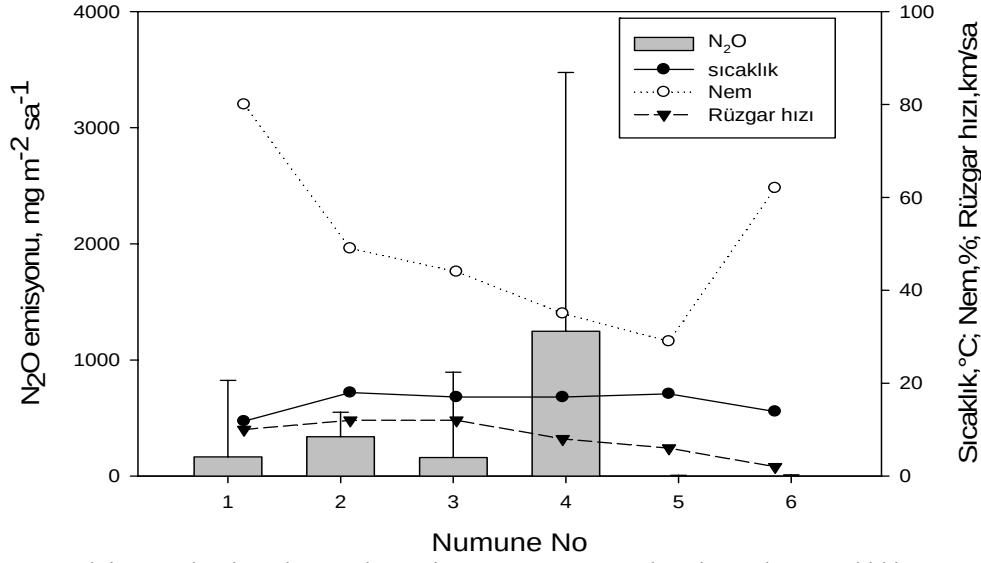
Bu çalışmamızda 3 ay gibi kısa bir süre içerisinde ölçülen değerler sunulmuştur. Çalışma ilerledikçe hem aylık hem de mevsimlik gaz miktarlarındaki değişim hakkında daha fazla bilgi sahibi olacağımızı umuyoruz. Çünkü literatürde gaz miktarlarının aylık ve mevsimlik olarak değiştiği görülmüştür [6].



Şekil 2. Çöp depolamadan meydana gelen metan emisyonu ortalamaları ve hava sıcaklıkları



Şekil 3. Çöp depolamadan meydana gelen CO₂ emisyonu ortalamaları ve hava sıcaklıkları



Şekil 4. Çöp depolamadan meydana gelen N₂O emisyonu ortalamaları ve hava sıcaklıkları

Kaynaklar

- [1]. Pathak, H., Li, C.S., Wassmann, R., “Greenhouse gas emissions from Indian rice fields: Calibration and upscaling using the DNDC model”, Biogeosciences. 2:113 – 123, 2005.
- [2]. IPCC, “Climate Change 2001: the Scientific Basis. In: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, NY, 2001.
- [3]. IPCC, “Climate Change 2007. Waste Management, In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- [4]. Kiese, R., Butterbach-Bahl, K., “N₂O and CO₂ emissions from three different tropic forest sites in the wet tropics of Queensland, Australia”, Soil Biology & Biochemistry 34, 975–987, 2002.
- [5]. Allen, D.E., Dalal, R.C., Rennenberg, H., et.al., “Spatial and temporal variation of nitrous oxide and methane flux between subtropic mangrove sediments and the atmosphere”, Soil Biology & Biochemistry 39, 622–631, 2007.
- [6]. Chen, G.X., Huang, B., Xu, H., et.al., “Nitrous oxide emissions from terrestrial ecosystems in China”, Chemosphere: Global Change Science 2, 373–378, 2000.
- [7]. Erisman, J.W., Bleeker, A., Hensen, A., et.al., “Agricultural air quality in Europe and the future perspectives”, Atmospheric Environment 42 (14), 3209–3217, 2008.
- [8]. Ghosh, S., Majumdar, D., Jain, M.C., “Methane and nitrous oxide emissions from an irrigated rice of North India”, Chemosphere 51, 181–195, 2003.
- [9]. Maljanen, M., Komulainen, V.M., Hytonen, J., et.al., “Carbon dioxide, nitrous oxide and methane dynamics in boreal organic agricultural soils with different soil characteristics”, Soil Biology & Biochemistry 36, 1801–1808, 2004.

- [10]. Wang, Y.S., Xue, M., Zheng, X.H., et.al., "Effects of environmental factors on N₂O emission from and CH₄ uptake by the typical grasslands in the Inner Mongolia", *Chemosphere* 58, 205–215, 2005.
- [11]. Börjesson, G., Svensson, B.H., "Nitrous oxide emission from landfill cover soils in Sweden", *Tellus* 49 (B), 357–363, 1997.
- [12]. Lamers, M., Ingwersen, J., Streck, T., "Nitrous oxide emissions from mineral and organic soils of a Norway spruce stand in South-West Germany", *Atmospheric Environment* 41, 1681–1688, 2007.
- [13]. Lohila, A., Laurila, T., Tuovinen, J.P., et.al., "Micrometeorological measurements of methane and carbon dioxide fluxes at a municipal landfill", *Environmental Science & Technology* 41 (8), 2717–2722, 2007.
- [14]. Barlaz, M.A., Green, R.B., Chanton, J.P., et.al., "Evaluation of biologically active cover for mitigation of landfill gas emissions", *Environmental Science & Technology* 38, 4891–4899, 2004.
- [15]. Bingemer, H.G., Crutzen, P.G., "The production of methane from solid wastes", *Journal of Geophysical Research* 92 (D2), 2181–2187, 1987.
- [16]. Bogner, J., Spokas, K., Burton, E., et.al., "Landfills as atmospheric methane sources and sinks", *Chemosphere* 31, 4119–4130, 1995.
- [17]. Bogner, J., Matthews, E., "Global methane emissions from landfills: new methodology and annual estimates 1980–1996", *Global Biogeochemical Cycles* 17(2), 34:1–18, 2003.
- [18]. Neue, H.-U., Lantin, R., Wassmann, R., et.al., "Methane emission from rice soils of the Philippines. In: CH₄ and N₂O", National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Japan, 55–63, 1994.
- [19]. Powell, J., Jain, P., Kim, H., et.al., "Changes in landfill gas quality as a result of controlled air injection", *Environmental Science & Technology* 40(3), 1029–1034, 2006.
- [20]. Zhang, H.H., He, P.J., Shao, L.M., 2008a. Methane emissions from MSW landfill with sandy soil covers under leachate recirculation and subsurface irrigation. *Atmospheric Environment*, 42(22), 5579–5588.
- [21]. Hedge U.; Chang T., Yang, S., "Methane and carbon dioxide emissions from Shan-Chu-Ku landfill site in northern Taiwan", *Chemosphere* 52, 1275–1285, 2003.
- [22]. Rolston D.E., "Gas flux. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*", second ed. American Society Agronomy and Soil Science Society, American Monograph No. 9, Wisconsin, USA, pp. 1103–1119, 1986.
- [23]. Zhang H.H., He P.J., Shao L.M., "N₂O emissions from municipal solid waste landfills with selected infertile cover soils and leachate subsurface irrigation", *Environmental Pollution*, (156), 959–965, 2008b.
- [24]. Environment Agency, "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions", UK Environment Agency, 2004.
- [25]. Chen I-C., Hegde, U., Chang C.H., et.al., "Methane and carbon dioxide emissions from closed landfill in Taiwan", *Chemosphere* (70) 1484–1491, 2008.