

MEKANİK-BİYOLOJİK ÖNİŞLEM GÖRMÜŞ KATI ATIKLARIN DEPONİ ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

The Impact of Mechanical-Biological Pretreatment on the SW-Landfill Behavior

Erwin Binner¹ Ertuğrul Erdin² Bernd Blitewski³ Enver Yaser Küçükgül⁴

Özet

AB ülkelerinde çıkan yönetmenliklere göre, özellikle Almanya, Avusturya, Fransa, Hollanda, Belçika, Danimarka gibi öncü ülkelerde katı atıklar her hangi bir işlem görmeden deponiye gönderilemez. Aynı toplama işlemleri çok başarılı gerçekleştiğinden, içinde biyoorganik madde miktarı fazla olan çöpler zaaten kompostlaştırılmaktadır. Diğer değerli atıklarda geri kazanılmaktadır. Ancak diğer çöpler adı altında karışık olarak toplanan çöpler de ayrışabilir organik madde içermektedir. Hiçbir işlem görmeden doğrudan deponiye gitmesi halinde, deponide sızıntı suyu ve gaz sorununa sebep olacaktır. Yakın ve uzak gelecekte bu tür sorunların oluşmasını engellemek için katı atıklar ya termik veya biyolojik işlem gördükten sonra deponiye gönderilme durumundadır. TOC değeri < % 5, ısı değeri de < 6000 kJoule/kg KM'yi geçemez.

Eğer aerobik koşullarda materyal solunum yapıyorsa yani mikroorganizmalar aktif ise; solunum aktivite testi "Respiration Activity (= "Atmungsaktivität") AT4 < 7 mgO₂/g KM değerini geçmemelidir. Eğer anaerobik koşullarda biyogaz üretiyorsa o zaman da, "Gas Generation Sum" GS21 < 20 Nl/kg KM olmalıdır.

Burada bu değerleri bulmak için Viyana-BOKU Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Fakültesinin Katı Atık Yönetimi Bölümünün geliştirdiği test cihazları kullanılarak saptanmış, bulunan sonuçlar da grafikler halinde sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler : solunum aktivitesi testi, ayrışabilir organik madde, geri kazanma, depolama, ısı değeri

Abstract

For more than two decades, Austria has been using mechanical-biological pretreatment of wastes (MBP). At this time, twelve plants treat about 275,000 t annually. With the enactment of the Mechanical-Biological Waste Pretreatment Guidelines in 2002, additional plants will be built. When waste is treated for 8 to 12 weeks, it is possible to comply with the limits set forth in the Guidelines with regard to reactivity (AT4 < 7 mgO₂/g DM and GS21 < 20 Nl gas/kg DM). The limits established by the Austrian Landfill Ordinance for calorific value (Ho < 6.000 kJ/kg DM) can, however, only be achieved when mechanical treatment is modified accordingly. Tests at the Department of Waste Management, University of Bodenkultur (Agricultural Sciences) in Vienna, show that the parameters GS21 (gas generation within 21 days of testing) and AT4 (respiration activity within 4 days of testing) are very suitable for characterizing the reactivity of the waste. Excessive lag phases due to the type of materials being treated can, however, lead to lower findings in both tests. In the gas generation test, lag phases occur primarily in waste that has not undergone any pretreatment, or subjected to only short biological treatment, due to acidification. In the

**(1)University of Agricultural Engineering-Vienna Department of Waste Management/
IWGA**

(2)DEU Çevre Mühendisliği Bölümü / Buca-İZMİR

(3)Technical University of Dresden Institute of Waste and Site Management

(4)DEU Çevre Mühendisliği Bölümü / Buca-İZMİR

respiration activity test, metabolic products generated during the biological treatment can hamper aerobic decomposition in the test, can also lead to lower findings. To avoid making erroneous interpretations when assessing MBP output, it is essential that both parameters be analyzed at all times.

Currently existing practical data show that stipulated landfill volume can be reduced by 35 % (when combustibles are landfilled) and 70 % (when combustibles are removed) by mechanical-biological pretreatment of waste. Reliable practical data regarding leachate volumes are not available. Because the permeability of the landfilled material is significantly reduced, it can be expected that the occurrence of leachate is lower than with conventional landfills.

Key words: respiration activity test, ayrışabilir organik madde, geri kazanma, depolama, ısı değeri

1 Almanya ve Avusturya Gibi Ülkelerde Yasal Durum

Katı atıklar hiç bir işlem görmeden doğrudan deponide depolanması halinde anaerobik koşullarda içindeki ayrışabilen bileşikler parçalanmakta biyogaz ve sızıntı suyu oluşmaktadır. Biyokimyasal olarak dönüştürülen organik karbonun yüzde 90'nı CO₂ ve CH₄ olarak deponi gazına geçerken, geriye kalanı da sızıntı suyuna geçmektedir.

Deponilerde üretilen metan gazı da karbondioksit gazı gibi sera etkisi yapmakda, global iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır. Gerek Almanya da, gerekse de Avusturya da çıkan katı atık, deponi yönetmelikleri katı atıklardan kaynaklanan etkilerin en aza indirilmesini emretmektedir. Bu da deponiye gidecek katı atıkların organik madde içeriklerinin azaltılması ya da depolanmadan önce stabilize edilmesini gerektirmektedir.

Evsel katı atıklar ve evsel katı atık benzeri atıkların depolandığı yerlerde KM nin içerdiği TOC miktarı % 5'in altında olmalıdır. Karışık veya bakiye katı atıklarda (ayrı toplama sistemi dışında kalan atıklar) TOC yi % 5'in altına indirmek de ancak yakma teknolojileriyle mümkünmüş gibi görünmektedir. Ancak mekanik biyolojik işleme tabii tutulduktan sonra ısı değeri 6,000 kJ/kg'ın altında olması halinde de de depolanabileceği yönetmelikte belirtilmektedir. Bu sınır değerinde deponiden kaynaklanabilecek olan emisyonları en aza indirmek için getirilmiştir.

Mekanik biyolojik işlem (MBA) görmüş tesislerden çıkan katı atıkların SAT (Solunum Aktivite Testi) değeri SAT 4 < 7 mgO₂ /gram / KM, 21 günlük gaz üretim yeteneği de; < 20 Nl/kg KM olmalıdır. "Guidelines for the Mechanical-Biological Pretreatment of Solid Wastes" (Notice No. 2001/423/A).

Tablo 1 : Katı atık deponi yönetmeliğine göre parametrelerin KM (=DM)'deki sınır değerleri ve MBİ sonrası bulunan değerler (dört tesisde 8 örnekte yapılan analizler); (Austrian Landfill Ordinance, Addendum 1, Tables 7 and 8)

Parameters	Landfill Ordinance limits for MBP wastes [mg/kg DM]	Mechanical-biologically pre-treated wastes [mg/kg DM]
Calorific value (Ho) [kJ/kg TS]	6,000	6,000 to 14,000
Total Content:		
Arsenic (as As)	500	6.1 to 12.4
Barium as (Ba)	10,000	280 to 930
Lead (as Pb)	3,000	190 to 300
Cadmium (as Cd)	30	1.4 to 6.2
Chromium (as Cr)	5,000	65 to 175
Cobalt (as Co)	500	6.5 to 11.0
Copper (as Cu)	5,000	230 to 450
Nickel (as Ni)	2,000	29 to 150
Mercury (as Hg)	20	1.3 to 2.6
Silver (as Ag)	50	1.6 to 5.3
Zinc (as Zn)	5,000	600 to 2,100
? Hydrocarbons (HC)	20,000	450 to 9,000
? Polycyclical aromatic HC (PAK)	100	0.8 to 13
POX (as Cl)	1,000	< 0.0001
Leachate Content (DEV S4)		
pH	6 to 13	6.7 to 8.2
Exhaust residue	100,000	37,000 to 94,000
Chromium VI (as Cr)	20	< 0.1 to 17
Iron (as Fe)	TBD	10 to 250
Ammonia (as N)	10,000	380 to 3,500
Nitrate (as N)	TBD	< 20 to 145
Nitrite (as N)	1,000	< 10 to 480
Cyanide, highly volatile (as CN)	20	1.3 to 5.7
Fluoride (as F)	500	< 5
Phosphate (as P)	TBD	< 30
Sulfate (as SO ₄)	25,000	3,500 to 13,000
TOC (as C)	TBD	9,200 to 21,000
EOX (as Cl)	30	< 0.2
Active anion tensides (TBS)	TBD	<2.0 to 11.3
MBP Guidelines:		Values from 50 samples
Respiration Activity (AT₄) [mgO ₂ /gDM]	7.0	1 to 15
and Gas Gen. Sum (GS₂₁) [NI/kgDM]	20	1 to 20
or Gas Evolution (GB₂₁) [NI/kgDM]	20	1 to 25

TBD = to be determined in the approval process when relevant to wastes to be landfilled

2 Katı Atık Aktivitesi Testi (Biyoaktivite)

Binner ve arkadaşları (1995) ön işlem görmüş, ya da MBİ görmüş katı atıkların stabilize olma derecelerini anlamak için Biyoaktivite Test Yöntemi geliştirmişlerdir. 1,7 litre hacmindeki test hücresindeki anaerobik koşullar deponide olduğu gibi simule edilmektedir. Bu koşullarda oluşan gazlar toplanmakta, ölçülmekte ve anlizlenmektedir. Bunun yardımı ile mevcut deponilerden beklenebilen emeisyonlar hakkında yorum yapmanın yanı sıra, yönetmenliğe göre meknik biyolojik işlem görmüş katı atıkların depolandığı deponiler ilenebilmekte ve değerlendirilebilmektedir. Şekil 1' de Erwin Binner (1995) geliştirdiği bioaktivite test hücresi görülmektedir.

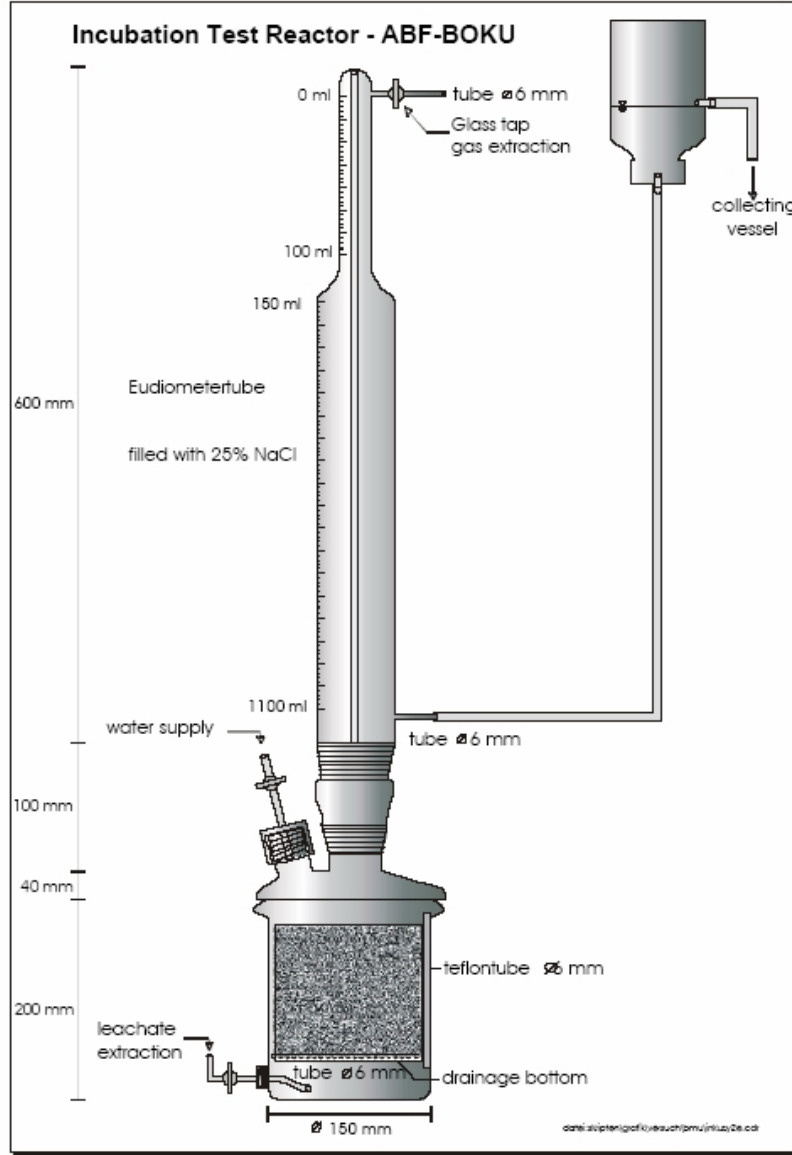
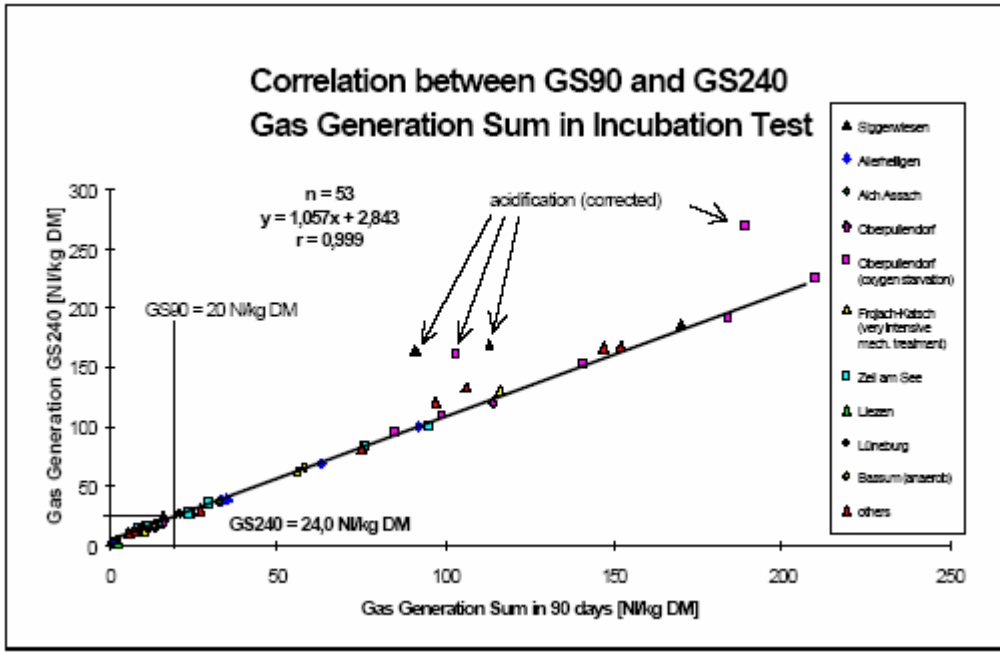


Figure 1: Incubation Test Cell (ABF-BOKU)

Şekil 1 : Erwin Binner (1995) geliştirdiği bioaktivite test hücresi

Şekil 2'de çeşitli koşullarda (açık yığınlarda kompostlaştırma, aktarmalı kompostlaştırma, reaktörlerde ayrıştırma) ve sürelerde (3 ile 50 hafta) mekanik biyolojik işlem görmüş katı atıkların gaz üretimini (gaz90; gaz240) görülmektedir. 240 günlük gaz üretimi bize potansiyel değerleri vemektedir. 90 günlük gaz üretimi ile 240 günlük gaz üretimi arasındaki ilişki korelasyonu ($r=0,999$) görülmektedir. Bu deneyimlerden yararlanarak test süresini daha da kısaltmak mümkündür.



Şekil 2: 90 ve 240 günlük deney sürecinde oluşan gazların korelasyonu (gaz90; gaz240)

MBİ görmüş katı atıklarda 21 gün içindeki gaz üretimi $GZ_{21}=20\text{NI/kg KM}$ değrini geçmemelidir. Bu da $GZ_{90} < 50\text{ NI/kg KM}$ olarak 90 gün için ifade edilebilmektedir.

Solunum aktivitesi ve gaz üretimi parametreleri SA4 ($r=0,873$), ve GZ_{21} ($r=0,963$) ilişkileri Şekil 3 ve 4 de görülmektedir. Burada SA için 4 gün, gaz oluşumu için de 21 gün alınması halinde deponide oluşabilecek gaz hakkında çok iyi bir tahmin edebilme olanağı verdiği anlaşılmaktadır. Aerobik ve anaerobik test eşzamanlı , paralel deneyler olarak yürütülmelidir.

90 günde üretilen gaz miktarı ile eluatta buluna çözülmüş organik karbon arasındaki ilişki Şekil 5 de verilmiştir

Şekil 6'da görülen lag-faza geçiş ya ayrışma koşullarının değişmesine (oksijen sunuşunun azalması, kuruma, vb) ya da ayrışabilir organik bileşiklerin parçalanmış olmasına bağlıdır.

Bu tür malzemeye nemlendirme yapıp , tekrar ortama yeterli hava verildiğinde tekrar biyoaktivite görülebilir (Şekil 7).

3 Deponilerde MBİ

1970 lerden beri gerek Almanya da , İsviçre de ve Avusturya da yakma ve deponi tekniklerinin yanı sıra , biyolojik işlem olarak kompostlaştırma teknolojileride geliştirilmiştir. Tesisler de çok yaygın olarak bulunmaktadır. Kentsel katı atıkların kompostlaştırılması elde edilen kompostların da arazide kullanılması yıllar sonra toprak kirlenmesine neden olmuştur. Özellikle ağır metal içermeleri nedeniyle bu sorun ortaya çıkmıştır. Bu büyük kapasiteli ve karışık çöplerin geldiği tesislerdeki ürünler kompost kalitesi güvenliği sınır değerlerini tutturamadığı için de , sadece mekanik biyolojik işlem yapılan tesislere dönüştürülmüş, ya da bu amaç için kullanılmıştır. Elde edilen ürünler de deponilerin yeşillendirilmesinde organik gübre olarak da kullanılması mümkün olmuştur.

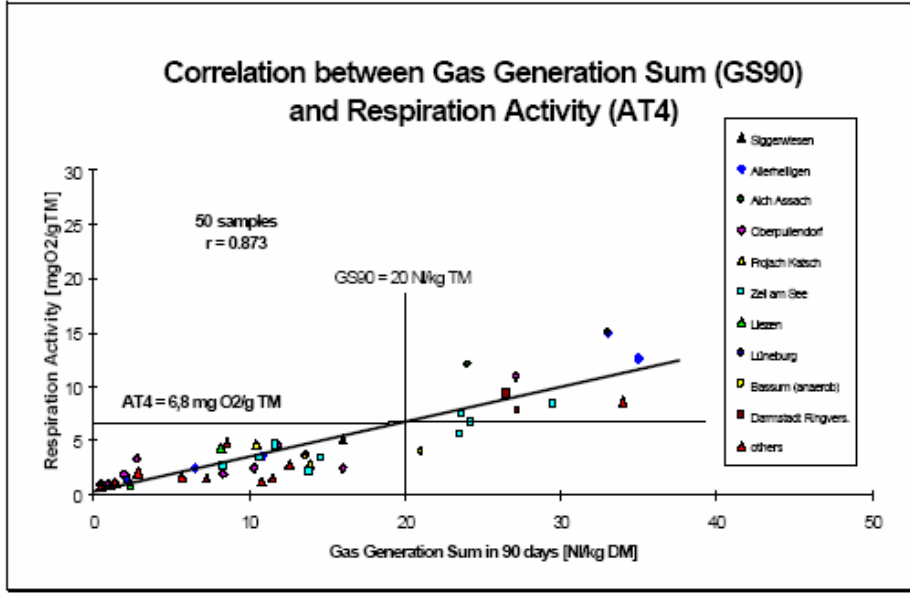
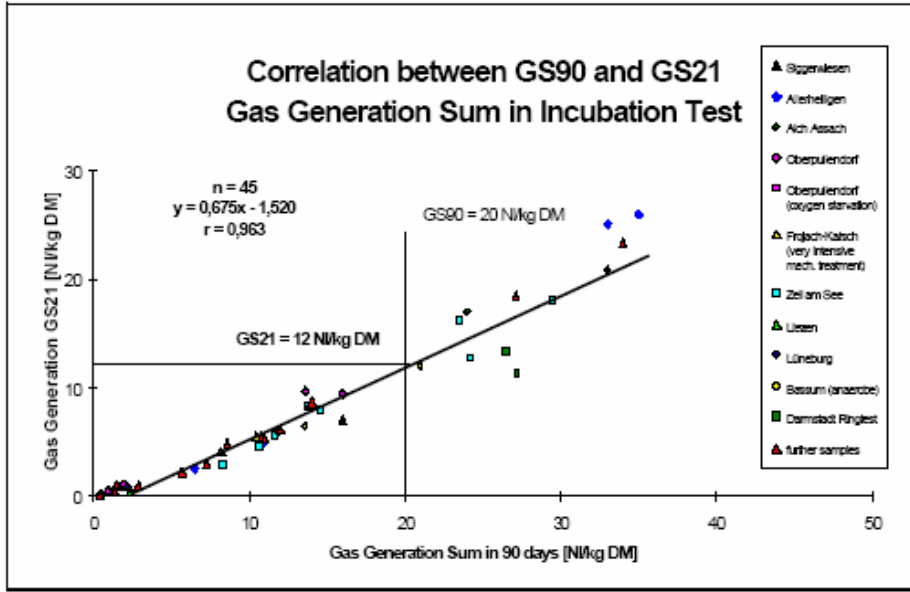
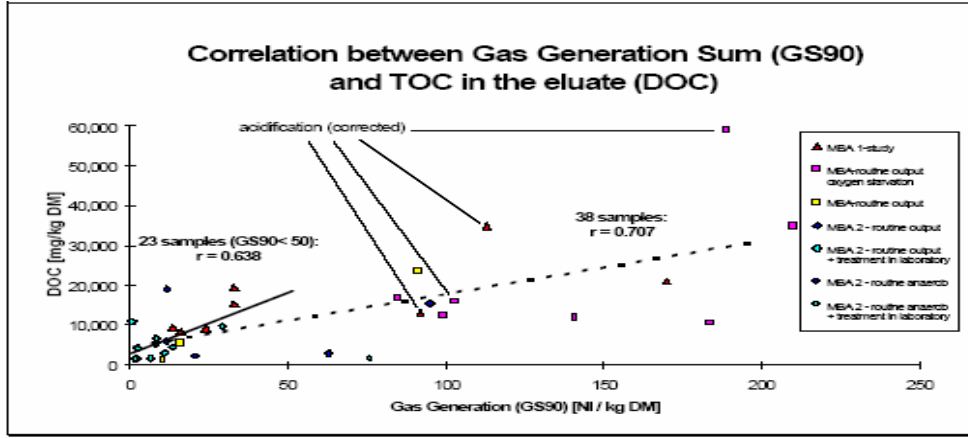


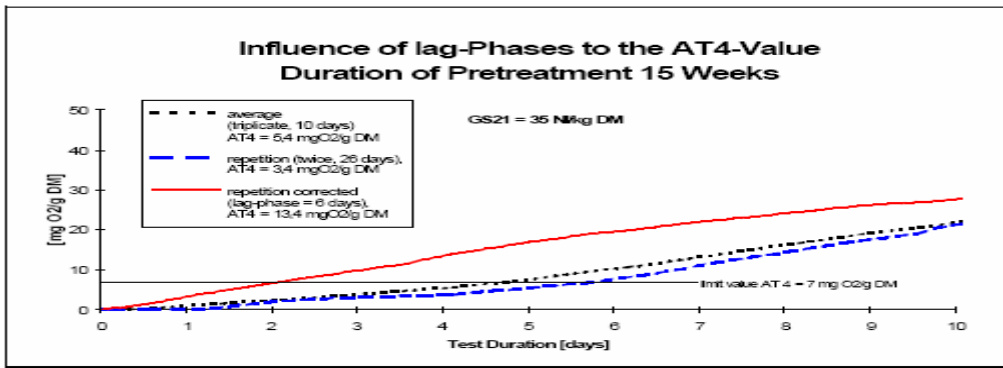
Figure 3: Correlation between gas generation sum after 90 test days (GS_{90}) and respiratory activity after 4 test days (AT_4)



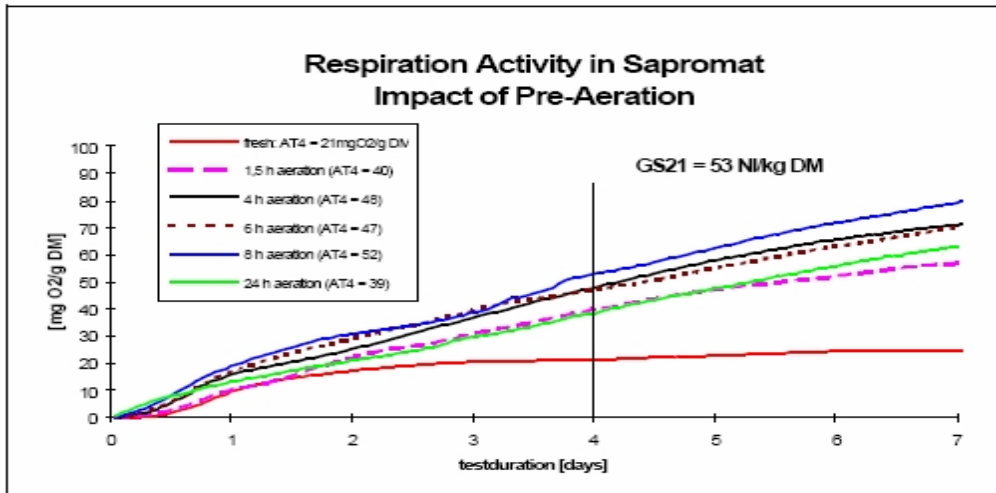
Şekil 3 : 90 günlük gaz oluşum testi ile 4 günlük solunum aktivitesi testi arasındaki korelasyon
 Şekil 4 : 90 ve 21 günlük gaz oluşum testi arasındaki korelasyon



Şekil 5 : 90 günde üretilen gaz miktarı ile eluatta bulunan çözülmüş organik karbon arasındaki ilişki.



Şekil 6 : lag-faza bağlı olarak SA4 değerinin değişmesi



Şekil 7 : Sapromat cihazında farklı ön havalandırma sürelerinde solunum aktivitesinin değişimi

Tablo 2: Avusturya daki kompost tesisleri, bunların kalıntı çöplerin MBİ lerine dönüştürülmesi ve özellikleri (bazıları da bioatıklar için kullanılmaktadır)

Name	State	Start-up	Processes	Types of waste	t/year	Resi-dents
Aich-Assach Composting Plant	Styria	1978; "Rotte-filter"	Manual sorting, mix/sieve drum (<60mm), indoor windrows... (28 wks); Since 1993 "Rottefilter"-system (12 + up to 24 wks)	MSW/ since 93 SS	5,000 + 900 SS	30,000
MBP Allerheiligen	Styria	1979 since 1995	Hammer mill, sieve drum (<100mm), suction ventilat. indoor windrows (7 + 18 wks); matured: 7 wks; Hammer mill, sieve drum <100mm, + sewage sludge; screw-type mixer, BAS-tunnel (2 wks), windrows (suction aeration) (2 wks) and maturation (~ 10 wks)	RW + SS (30%DM)	10,500 + 500 sewage sludge (=SS)	112,000
Fischamend Composting Plant	Lower Austria	Sept.96	Rotary choppers, magnetic separator, + sewage sludge; mixing drum; naturally aerated indoor windrows (12 weeks); turning with rotating loaders	RW + SS	15,000 + 3,000 SS	
Frojach-Katsch Composting Plant	Styria	1981	Hammer mill, sieve drum (<25mm), magnetic separator, naturally aerated indoor triangular windrows (4 weeks); outdoor maturation	Residual waste (=RW)	4,500	85,000
Herzogsdorf Composting Plant	Upper Austria	1978 since 96 suction aeration	Decomposition.....in.....indoor.....windrows ; 1996: Rod sizer <80mm, suction aerated indoor windrows, (5 -7 months)	RW	14,000	143,000
Inzersdorf (=Kirchdorf)	Upper Austria	1986	Screening <80mm, 6 to 8 months of indoor windrow composting	RW	6,000	50,000
MBP Kufstein	Tyrol	Pilot plant; since 98	<50mm, 2 weeks of intensive decomposition (closed); 8 - 10 weeks indoor windrow composting with exhaust air collection; < 18mm final processing	RW		
MBP Oberpullendorf	Burgenland	1978; since 87 Wendelin-system	Decomposition (DANO)-drum (24-36 hours, <25-30mm, 10 weeks forced aerated indoor windrows (Wendelin); processing is possible (<10 mm; separation of hard materials). Weakly aerated maturation on outdoor windrows (10 - 12 weeks)	RW + SS	28,000 + 6,500 sewage sludge	272,000
Ort im Innkreis (=Grieskirchen)	Upper Austria	1980	Approx. 36 hours in the DANO-drum, <120 mm; magnetic separator; < 10 mm outdoor windrows	RW	17,000	
MBP Siggerwiesen (Bergheim)	Salzburg	1977	Hammer mill (<100mm) + sewage sludge; decomp. (DANO)drum (36hrs); magnetic separator; suction-aerated indoor windrows (3 weeks)	RW+SS+ degrad. wastes	110,000	350,000
MBP Zell am See ZEMKA	Salzburg	1978 since 1995	Hammer mill, magnetic separator, sieve drum (<100mm) +sewage sludge; DANO drum, suction-aerated indoor windrows (3 weeks) with turning; outdoor maturation (18 weeks); weeks forced aerated indoor windrows (Wendelin) + forced aerated indoor windrow (10 wks) with turning	RW + SS	24,000 + 5,000 sewage sludge	100,000
Neunkirchen Composting Plant	Lower Austria	1986	Windrow composting of wet components + structural materials (recyclable materials (glass, plastics,...) are collected in gray bin)	Gray bin	approx. 13,000	97,000
Pöchlarn Comp. Pl. (NÖ-Umweltschutz-anstalt = NUA)	Lower Austria	1978	Rotary choppers + sewage sludge, decomp. (DANO) drum (36hrs), <70mm, magnetic separ., <35mm on naturally aerated triangular windrows (20 to 30 wks); closed: DANO output has been landfilled since 1996	RW + SS	11,000 + 2,100 sewage sludge	120,000
Traiskirchen Composting Pl. (NUA)	Lower Austria	1978	Rotary choppers + sewage sludge, decomp. (DANO) drum (36 hrs), <70mm, magnetic sep., <35mm on naturally aerated triangular windrows (20 to 30 wks); closed: DANO output has been landfilled since 1996	RW + SS	? approx. 12,000	96,000
Taufkirchen Composting Pl.	Upper Austria	1979 since 93	Naturally aerated windrows (24 wks) then landfilled; closed: due to lack of space	RW	(10,000)	56,000
Atnag/Redlham Composting Pl.	Upper Austria	1975		Bio-waste	approx. 20,000	173,000
Liezen Composting Pl.	Styria	1981	Triangular windrows BAS-tunnel decomp. for bio-waste	Bio-waste	approx. 6,000	56,000
Lustenau Composting Pl.	Vorarlberg	1975 since	Grated.....triangular.....windrows.....(12.....wks)	RW; since 89	approx. 25,000	250,000
		1983	Grated; aerated Wendelin windrows (10 wks); post-decomp. slightly aerated triangular windrows (4 wks)	bio-waste		
Katsdorf Composting Pl.	Upper Austria	1976	Mill; naturally aerated triangular windrows (without preceding sieving)	Bio-waste	approx. 15,000	110,000
Roppen Composting Pl.	Tyrol	2001	Conversion to anaerobic/aerobic processing ((Kompogas/Thöni) for composting bio-wastes	Bio-waste	10,000	60,000

Source: BINNER E., Lechner P.: Status of Mechanical-Biological Waste Processing in Austria, Lecture, 2nd Lower Saxony Waste Days, Oldenburg, 1998.

Bu ülkelerde değişen katı atık yönetmenliği yürürlüğe girdikten sonra bazı tesisleri kapatılmıştır, örneğin Traiskirchen, Pöchlarn, Neunkirchen, Aich Assach v. b. gibi. Ancak bunlar ve yenileri MBİ ler için kullanılan tesisler haline dönüştürülmüştür. Avusturya da MBİ yapan çok sayıdaki tesisin toplam kapasitesi 300 000 ton yıl dır. Bu da 8 milyonluk Avusturya nüfusunun yaklaşık 1,5 milyonuna hizmet veriyor demektir. Sürekli olarak yeni tesisler bir yandan yönetmenliğin koşullarını yerine getirirken, diğer yandan da sürekli teknolojik gelişmeye ve yeniliğe uğramaktadır.

4. Mekanik Biyolojik İşlemlerin Deponi Davranışlarına Etkileri

Avusturya ve Almanya da ayrı toplama (biyo atıklar) ve değerli atıkların (plastikler, metalller, camlar, kağıtlar , vs) geri kazanılması çok yoğun bir şekilde yapılmaktadır. bunların dışında kalan atıklar da geriye kln atıklar olarak toplanmaktadır. Özellikleri ise klasik anlamda bilinen karışık çöplerin (evsel katı atıkların) bileşenlerini andırmaktadır. Bu nedenle de normal karışık çöplerden beklenenler, bakiye çöplerin depolanması halinde deponide aynı şekilde sızıntısu ve gaz oluşumu sorunu, çökmeler beklenmelidir.

MBİ'nin Deponi Hacmine Etkisi

Katı atıkların bilinen kompost teknolojileri ile mekanik biyolojik işlemlere tabii tutulduktan sonra, yaklaşık %30 ile %50 arasında deponi hacminden kazanılmasına neden olmaktadır. Raniniger (1995) göre ise kalıntıların yakılması halinde ise bu değer %77 ye kadar çıkmaktadır.

Deponideki Sızıntısu Hacminin Su Bütçesine Etkisi

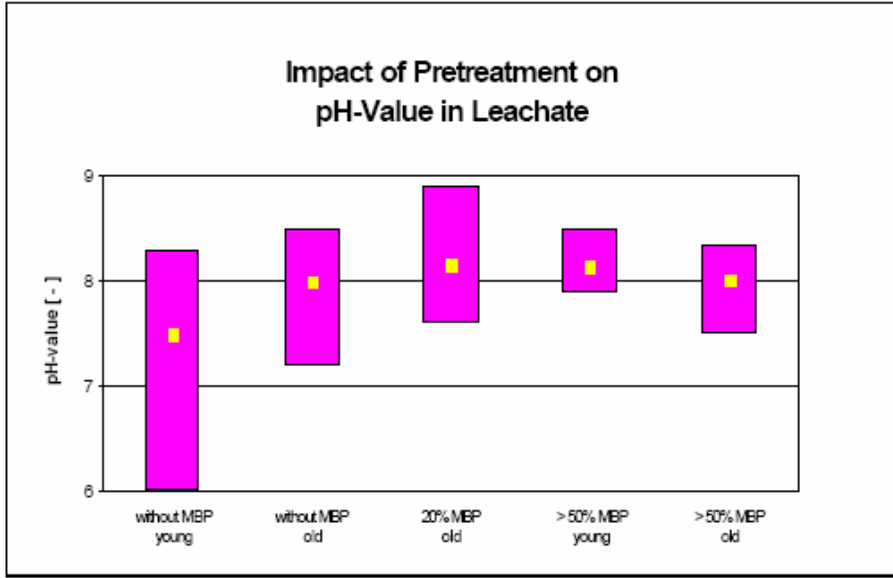
Deponideki su bilançosu tamamen yerel ekolojik koşullara , deponi geometrisine ve de deponi işletme tekniğine bağlıdır. Toplanan ve depolanan katı atık özelliklerine göre sızıntı suyu miktarını MBİ'yi de dikkate alarak hesaplamak mümkündür (Binner, et. al 1998). Yer altı suyu seviyesine bağlı olarak da sızıntısu miktarı artabilmektedir. Çünkü deponin drenajı istenildiği kadar, beklenildiği gibi olmamaktadır.

Sızıntısu Bileşimi

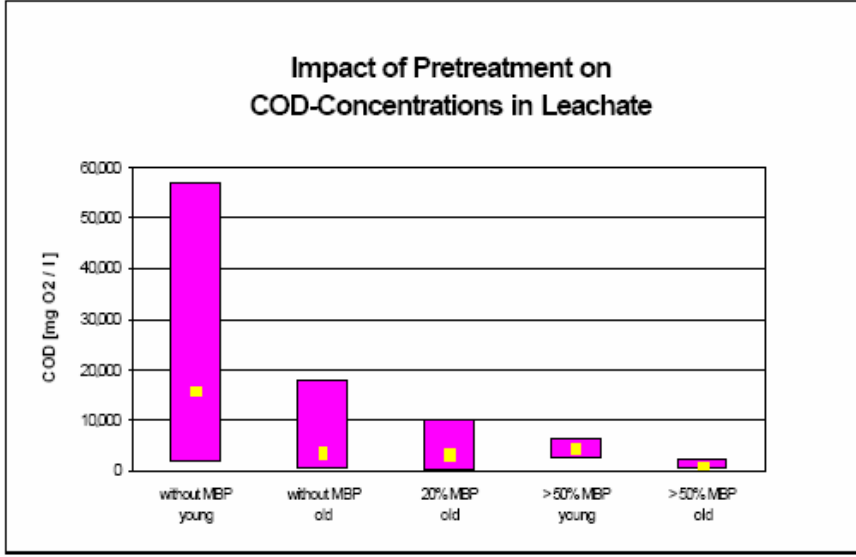
Tablo 3'de İşlem görmüş ve görmemiş taze; İşlem görmüş ve görmemiş yaşlı deponilerdeki parametre değerleri görülmektedir. MBİ görmüş genç deponilerde sızıntısuunda KOİ değeri 6 600 mg O₂/Lolarak yüksek bir değer bulunmuş iken hiç işlem görmemiş genç deponilerde KOİ değeri 60 000 mg O₂/L saptanmıştır. Buna karşılık yaşlı deponilerde yapılan karşılaştırma çalışmada da işlem görmüşde 200 - 2 300 mg O₂/L arasında değişen değerler, işlem görmemişde de 18 000 mg O₂/L olarak bulunmuştur. Aynı benzeri ilişki, BOİ₅ değerlerinde de görmek mümkündür. MBİ görmüş genç deponilerde 1,100 mg O₂/L; hiç işlem görmemiş genç deponilerde 30,000 mg O₂/L; işlem görmüş yaşlı deponide 10 -350 mg O₂/L arasında değişen değerler, işlem görmemişde de 6 300 mg O₂/L olarak bulunmuştur. Sonuç olarak işlem görmüş genç veya yaşlı deponilerden elde edilen sızıntı sularında beklenen KOİ veya BOİ₅ kirlilik yükü % 90-95 oranında azalmaktadır (Şekil 9).

Tablo 3 : İşlem görmüş ve görmemiş taze ; İşlem görmüş ve görmemiş yaşlı deponilerdeki parametre değerleri (WURZ, 1999)

	MBP young (< 4 years)	MSW-Untreated young (< 4 years)	MBP old (> 4 years)	MSW-Untreated old (> 4 years)
MBP-portion [%]	> 50	0	> 50	0
pH	7.9 to 8.5	6 to 8.3	7.5 to 8.4	7.2 to 8.5
COD [mg O ₂ /l]	up to 6,600	up to 60,000	200 to 2,300	up to 18,000
BOD ₅ [mg O ₂ /l]	400 to 1,100	up to 30,000	10 to 350	up to 6,300
BOD ₅ / COD	0.1 to 0.2	0.5 to 0.8	0.05 to 0.3	0.05 to 0.5
NH ₄ [mg/l]	900 to 2,200	240 to 10,000	100 to 350	170 to 5,500
Zn [mg/l]	0.5 to 2.6	0.5 to 14	0.02 to 0.2	0.1 to 0.7



Şekil 8: Deponi yaşının ve MBİ ninin sızıntısuyu pH sına etkisi (maksimum, minimum ve ortalama)



Şekil 9: MBİ lerine ve deponi yaşına bağlı olarak sızıntıuyundaki KOİ derişimi değişmesi

MBİ ler sayesinde ağırmetal konsantrasyonları da azalmaktadır. Bir örnek olarak çinkoyu Tablo 3 de ve Şekil 11 de görmek mümkündür. Şekil 10 da da amonyum azotu konsantrasyonu verilmiştir. MBİ işlem görmüş deponinin çok avantajlı olduğu açıkça görülmektedir (WURZ, 1999; Bilitewski, 2004).

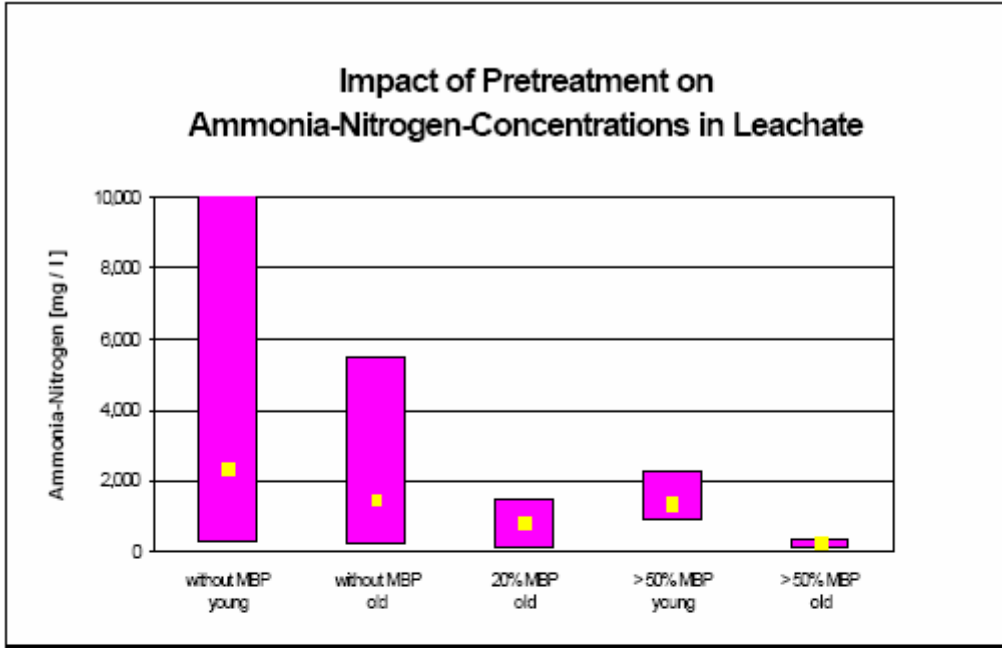
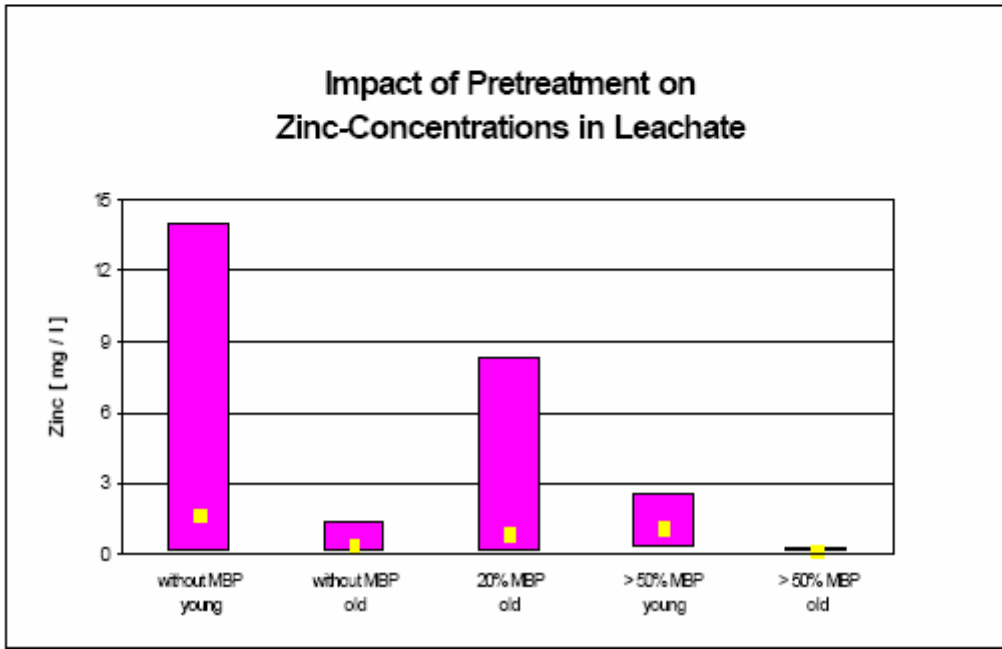


Figure 10: Impact of pretreatment and landfill age on ammonia concentrations on leachate (max., min., average).



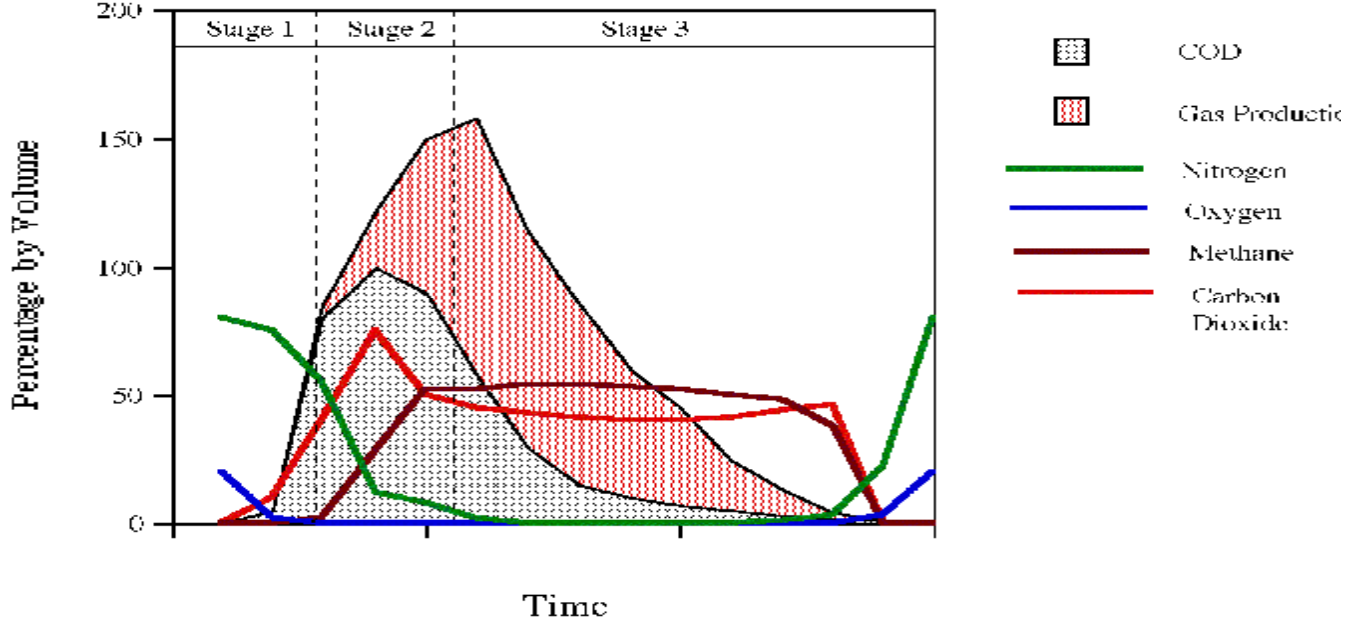
Şekil 11: MBİ görmüş deponilerde deponi yaşına da bağlı olarak sızıntı suyundaki Zn konsantrasyonun değişimi

Geoteknik Özelliklerine Etkisi

MBİ görmüş deponilerle, görmemişleri karşılaştırıldığında, deponin fiziksel özelliklerine de çok önemli etki ettiği açıkça görülmektedir. Deponin daha iyi sıkışmasına, statğine dayanıklılığına, ve de ömrünün uzamasına katkıda bulunmaktadır. Toplam gözenek boşluğu azaldığı için de permeabilete değerleri de düşmektedir.

Deponi Gazı Emisyonu Etkileri

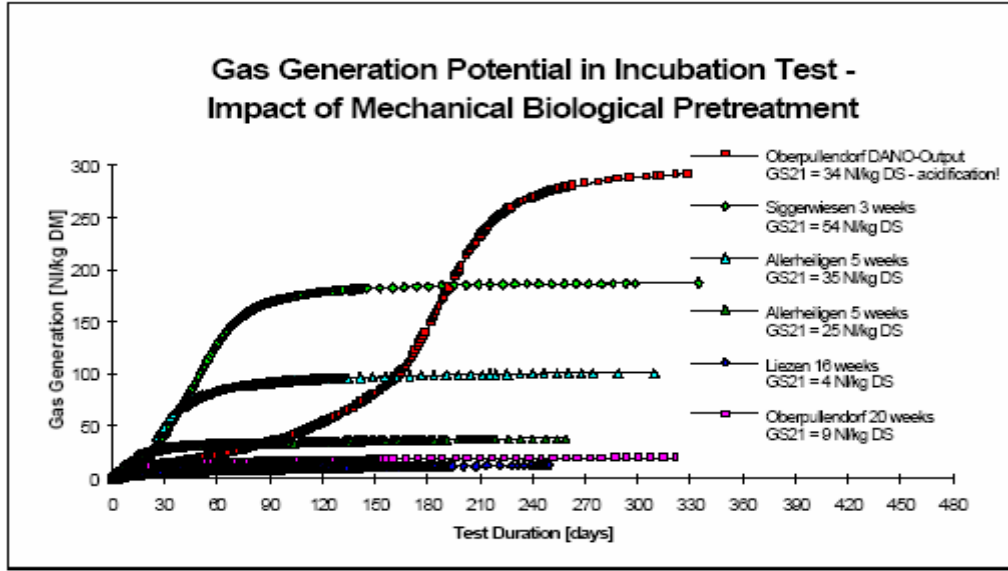
Şekil 12’de görüldüğü gibi deponilerde zaman ve çöpün bileşenlerine bağlı olarak deponi gazı oluşmaktadır.



Şekil 12 : Deponi de zamana abğlı olarak gaz oluşum safhaları ve değışimi
(http://www.scu.edu.au/staff_pages/mcullen/wt lec9.html)

MBİ görmüş katı atıklarda oluşan veya oluşabilecek deponigazı miktarı hızlı bir şekilde azalmaktadır. (Raninger, 1995; Bilitewski, 2004). Üç hafta MBİ görmüş çöplerden elde edilen deponi gazı 5 m³/t TM (Taze Madde), 14 hafta işlem görmüşde ise 1 m³/t TM (Taze Madde), olarak bulunmaktadır. Hiçbir işlem görmeden depolanan katı atıkların bulunduğu deponide 6 yıl sonra analiz yapıldığında 7 m³/t TM (Taze Madde) 10 yıl; işlem gördükten sonra ise 0.9 m³ gaz/t TM (Taze Madde) .yıl değerleri bulunmuştur (Turnherr, 1995). 30 hafta MBİ gördükten sonra depolanan katı atıkların bulunduğu deponide ise 0.25 m³ gaz/t TM (Taze Madde) yıl içinde % 3 ile 18 arasında değışen oranda metan içeren deponigazı elde edilmektedir (Spitaler, 1995).

Şekil 13’de laboratuvar koşullarında farklı süre boyunca (8 ile 12 hafta boyunca) MBİ görmüş katı atıklardan deponigazı üretimi potansiyali görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi hiç işlem görmemiş katı atık deponisindeki göre % 09-95 oranında deponi gazı azalması gerçekleşmektedir. AT4 = 7 mg O₂/g KM ve GZ21 = 12 Nl/kg KM) (Binner et al., 1999).



Şekil 13: Farklı süre boyunca (8 ile 12 hafta boyunca) MBİ görmüş katı atıklardan deponigazı üretimi potansiyali

5. Sonuç

Almanya da ve Avusturya da yaklaşık 25 yıldır MBİ’ler katı atıklar için uygulanmaktadır. Her iki ülkede de tesis sayısı ve bunların kapasitesi çok artmıştır. Atıklar 8-12 hafta arasında işlem görmektedir. Bu süre de katı Atık yönetmenliğinde istenen önemli parametreler için sınır değerleri sağlamaya yetmektedir: SA4 < 7 mgO₂/g KM; GZ21 < 20 Nl gas/kg KM; Ho < 6.000 kJ/kg KM. MBİ ayrıca deponi hacminden %30 civarında bir tasarruf sağlmasının yanı sıra, eğer önce MBİ görüp sonra da termik işlem görmesi halinde de deponi hacminden tasarrufun %70 lere çıktığı da saptanmıştır. Oluşacak ızıntı su miktarı ve kirlilik yükleri de bu sayede azalmaktadır. Deponin geçirgenliği azalmakta, stabilitesi artmaktadır.

- AWG:** 325. Bundesgesetz vom 6. Juni 1990 über die Vermeidung und Behandlung von Abfällen (Abfallwirtschaftsgesetz),
BGBL. 325/1990, BMLFUW, 1990.
- Bioabfall-VO: Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die getrennte Sammlung biogener Abfälle, BGBL. 456/1994, BMLFUW, 1992.
- BİLİTEWSKI, B. ;** Lale Andreas; Ertugrul Erdin (2004): “ Long-term behaviour and aftercare of landfills” Biomass – Tagung 2004 ..Ege Üniversitesi Bornova-İZMİR
- BINNER E.:** Inkubationsversuche zur Beurteilung der Reaktivität von Abfällen, In: Waste Reports 02 „Emissionsverhalten von Restmüll“, Arbeitsgespräch am ABF BOKU-Wien, 1995.
- BINNER E., LECHNER P.:** Stand der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in Österreich, Vortrag beiden 2. Niedersächsischen Abfalltagen, Oldenburg 1998.
- BINNER E., ZACH A., LECHNER P.:** „Stabilitätskriterien zur Charakterisierung der Endprodukte aus MBA-Anlagen“ Forschungsprojekt am ABF BOKU im Auftrag des BMLFUW, 1999.
- BARBER, C. (1979):** Behaviour of wastes in landfills, review of processes of decomposition of solid wastes with particular references to microbiological changes and gas production, water research centre, Stevenage laboratory report LR 1059, Stevenage, UK
- BELEVI, H. & Baccini, P. (1989)** Long-term behaviour of Municipal Solid Waste Landfills. Waste Management and Research, Vol. 7, pp. 483-499
- BLAKEY, N.C.;** Bradschwa, K; Reynolds, P.; Knox, K. 1997: Bio-reactor landfill - A field trial of accelerated waste stabilisation. Sardinia 1997 6th International Landfill Symposium, Conference Proceedings, CISA, Via Marengo 34, I-09123 Cagliari, Italy, 375-386
- CAMPBELL, D.J.V. (1991)** Landfill gas - under control? in 'Proc. Harwell Waste Management Symposium - Challenges in waste management. Harwell Laboratory, Oxon, UK.
- CHRISTENSEN, T.H.;** Kjeldsen (1989): Basic Biochemical Processes in Landfills, in: Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact, (Christensen, TH., Cossu, R., Stegmann, R., Eds.) Academic Press, London, UK, pp. 29-49
- DoE (1986)** Landfilling Wastes, Waste Management Paper No 26, A Technical Memorandum for the Disposal of Wastes on Landfill Sites. HMSO, London
- DoE (1989)** Landfill Gas. Waste Management Paper No 27, A Technical memorandum providing guidance on the monitoring and control of Landfill Gas. HMSO, London
- DVO:** Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die Ablagerung von Abfällen (Deponieverordnung), BGBL. Nr. 164/96, BMLFUW, 1996.
- EPA (1996)** Environmental Guidelines: Solid Waste Landfills, EPA NSW, Sydney.
- FEHRER K.:** Geotechnisches Verhalten von MBA-Material, Diplomarbeit am ABF-BOKU, in Arbeit.
- GOMISCHEK, T.;** Humer, M.; Lechner, P. (1998): Development in Hydrological Balance and Methane Emission in Landfill Aftercare, International Seminar Cittadella, Padua, Italy 24-26 June by CISA, Cagliari
- HEYER, K.-U.;** Stegmann, R. (1979): Untersuchungen zum langfristigen Stabilisierungsverlauf von Siedlungsabfalldeponien (Investigations to the long-term stabilization behaviour of MSW-landfills) in Proceedings 2nd BMBF-Statusseminar Deponiekörper Umweltbundesamt Berlin, PT AWAS (ed.)
- HEYER, K.-U.;** Stegmann, R. (1999): Verkürzung der Nachsorgephase durch In-situ-Stabilisierung, in Rettenberger, Bilitewski, Stegmann (Eds): Nachsorge von Deponien, Verlag Abfall aktuell Band 2, Stuttgart, pp 137-163

- KRUSE, K.** (1994): Langfristiges Emissionsgeschehen von Siedlungsabfalldeponien (Long-term emission behaviour of MSW-Landfills). Heft 54 der Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft TU Braunschweig
- LEIKAM, K.;** Stegmann, R. (1996): Stellenwert der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung (Standing of the mechanical-biological treatment of residual waste).
- MBA-RL:** Richtlinie für die mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen, BMLFUW, 2002.
- RANINGER B.:** Verfahren zur Vorbehandlung von Restabfall, In: Waste Reports 02 „Emissionsverhalten von Restmüll“, Dokumentation eines Arbeitsgespräches am ABF BOKU-Wien, 1995. In Abfallwirtschaftsjournal 9/96, p. 39-43
- STEGMANN, R.,** Rettenberger, R. (1999): Restemissionen aus Altdeponien: Kostengünstige Maßnahmen zur Sickerwasser- und Gasbehandlung. Rettenberger, Bilitewski, Stegmann (Eds): Nachsorge von Deponien, Verlag Abfall aktuell Band 2, Stuttgart, pp 165-199
- STEGMANN, R.;** Spendlin, H.H. (1989): Enhancement of degradation: german experiences, in: Sanitary Landfilling: Process, technology and environmental impact (Christensen, T.H.; Cossu, R.; Stegmann, R. Eds.), Academic press, London UK, pp. 61-82
- STEGMANN, R.;** Mennerich, A. (1983): Entwicklung eines Testverfahrens zur gemeinsamen Ablagerung von kommunalen und industriellen Abfällen (Development of a test procedure for the joint disposal of municipal and industrial waste). BMFT-Forschungsbericht Feste Abfallstoffe TU Braunschweig, Institut für Stadtbauwesen.
- SPITALER E.:** telefonische Mitteilung, 1995.
- TURNHERR W.:** telefonische Mitteilung, 1995.
- WALKER, A.N.;** Beaven, R.P.; Butler, A.P. 1997: Overcoming problems in the development of a high rate flushing bioreactor. Sardinia 1997, 6th International landfill symposium, Conference proceedings, CISA, Via Marengo 34, I-09123 Cagliari, Italy, 397-408 (http://www.scu.edu.au/staff_pages/mcullen/wt lec9.html)
- WESTLAKE, K.** (1995) Landfill Waste Pollution and Control, Albion Publishing, Chicester
- WURZ H.:** Auswirkungen mechanisch-biologischer Restabfallbehandlung auf das Deponieverhalten, Diplomarbeit am ABF-BOKU, 1999.