

## İ.B.B FERMENTASYON TESİSİ HAVALANDIRMA PROSESİ

### Alpaslan KİRİŞ

**Özet** - İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kompost Tesisinde biyolojik içerikli katı atıkların çevreye minimum düzeyde zarar verecek şekilde berteraf edilmesi amacı ile katı atıktan ‘kompost’ elde edilmektedir. Kompost elde edilme aşamasında katı atığın ön işlenmeye tabi tutulması, fermentasyon hollerine katı atığın beslenmesi, fermentasyon hollerinde katı atığın fermente edilme aşamalarından geçirilmesi, katı atığın aktarılması ve nihai olarak katı atığın kompost gübresi halini alması süreçleri vuku bulur. Yapmış olduğum bu çalışmada Türkiye’de ilk defa uygulanan bu proses için belli başlı bazı kaideleri yerleştirmek, girdi malzemesi karakteristiğinin değişmesi hallerinde gerekli düzeltici müdahaleleri yapabilmek mümkün olmuştur.

**Anahtar Kelimeler** - Kompostlaştırma Tekniği, Kompost , Fermentasyon Havalandırma Prosesi

**Abstract** - The Compos Plant of the Istanbul Great Municipality manages the biological solid waste by producing “compost” where as the environment is damaged at minimum level. The compost is produced through primary treatment of the solid waste, feeding the fermentation halls with the solid waste and allowing several fermentation stages to occur. In this study, a new air ventilation algorithm depending on the characteristic of the input material has been developed enabling the operator to take necessary measures againts those solid waste changes.

**Key Words** – Composting Technique, Compost, Procces of Fermantation’s Air Vantilation

Alpaslan KİRİŞ, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ A.Ş.  
Kompost ve Geri Kazanım Tesisi, Göktürk İSTANBUL  
[Alpaslankiris@hotmail.com](mailto:Alpaslankiris@hotmail.com)

### I.GİRİŞ

Biyolojik kökenli atıkların ayrı olarak toplanması / işlenmesi atık miktarının önemli ölçüde azaltılmasına ve buna bağlı olarak depolama sahalarına gelen yükün de minimize edilmesine yol açacaktır.

Ayrıca buna bağlı olarak depolama sahası bünyesinde organik malzemenin kontrol edilemez çözünmesinden kaynaklanan metan gazı gibi atık gazların kayda değer şekilde azaldığı, çevre ve iklim korunmasına önemli ölçüde yardımcı bulunduğu tespit edilmiştir. Üretilen Kompost pazarlanabilir bir üründür ve yasal talimatlar dikkate alınarak torf ve benzeri ürünler yerine zemin ıslah malzemesi ve beraberinde gübre olarak kullanılabilir. Bu organik malzemenin ayrılmış toplama sonrasında, mekanik-biyolojik olarak işlenmesi için 2 olasılık vardır.

- Mayalandırma
- Kompostlaştırma

Mayalandırmada sıvı haldeki organik maddeler hava almadığı durumlarda anaerob mikroorganizma popülasyonundan esas itibariyle gaz halindeki birleşimlere çözünür, her şeyden önce karbondioksit ve metan meydana gelir. Bir blok kojenerasyon sistemi üzerinden ( Enerji-Isı bileşkesi) metan gazından ısı ve elektrik enerjisi üretmek mümkündür.

Bu proses esnasında son ürün olarak ince bir sıvı substrat oluşur ve bu da uygun yapı malzemesi katılmasıyla daha iyi değerlendirme için kompostlaştırılabilir. Kompostlaştırma esnasında organik malzeme, hava oksijeninin de bulunmasıyla, aerob mikroorganizma popülasyonundan çözünür. Bunun için su içeriği çok fazla olmamalıdır. Ayrıca hava geçişini güvenceye almak için yeteri kadar yapı malzemesi mevcut olmalıdır. Tesis tekniğine göre açık ve kapalı sistemler olarak ayırt edilebilir.

Açık sistemlerde organik malzeme açık havada üçgen veya tabla biçimli yığınlar olarak işlenirler. Uygulanan makina ve proses tekniği oldukça basittir, fermentasyon süresi en az 6-12 ay olarak ifade edilebilir. Yerleştirme ve Aktarma tekerlekli yükleyiciler ve hareketli alt-üst etme makinaları ile (çekmeli veya kendinden hareketli) gerçekleşir. Cebri havalandırma konulmamış olup, yığınlar doğal konveksiyonel havalandırma ve aktarma havalandırması ile kumanda edilir. Bu havalandırma şekli yüzünden yığın büyüklüğünün belirli bir ölçüyü aşmasına izin verilmediğinden ve fermentasyon malzemesinden doğan koku emisyonları, işleme esnasında miktar arttıkça, devamlı olarak yükseldiğinden ve bu atık havanın tutulması ve temizlenmesi mümkün olmadığından, çevreye koku yayılmaması için tesis bir çatı altına alınmalıdır.

Kapalı Sistemlerde, organik malzemenin kumandalı ve hızlı bir çözünümü ön planda bulunur. Bu cebri bir havalandırma ile meydana gelir, oluşan atık hava, atık su tutulur ve işlenir. Havalandırma üzerinden bundan başka yığın sıcaklığı kumanda edilebilir ve böylece fermentasyon projesi belirgin şekilde hızlandırılır. Tüm bu cebri havalandırma sistemleri, kendi içlerinde basmalı ve emmeli sistem olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Basmalı havalandırmada yığınların daha iyi bir havalandırması olur, çünkü malzeme içinden geçen hava akımının yönü tabii konveksiyon ile özdeştir. Fakat hol iklimi, kompost içinden basılan hava vasıtasıyla çok yüklenmiş olup insan ve makina için zor uyumludur.

Emmeli Havalandırmada, hol havası kompost yığını içinden emilir. Bir taraftan holün atık havası bertaraf edilir, diğer yandan kompost yığını havalandırılır. Böylece uygun hol iklimi yaratılır fakat basmalı havalandırmaya karşı daha yüksek vantilatör gücü ile çalışmak mecburiyeti vardır. Ayrıca bu havalandırma türü ile hava, konveksiyon akımına karşı yönlendirilir ki bu da etkileme derecesi kaybına yol açmakta olup, genişleme hareketini zayıflatmaktadır. Basınç uygulaması yer çekimiyle meydana geldiğinden proses suyu takviyeli şekilde yığın tabanında toplanır. Bu da artan bir nemlendirme tehlikesine sebep olur[1].

## II. FERMENTASYON PARAMETRELERİ

### II.1 Yoğun Fermentasyon Sıcaklığı

Yoğun fermentasyon halihazırda ön fermentasyona entegre olmuş vaziyettedir. Doğal fermentasyon prosesinin çok hızlı tepkime fazı ile buna bağlı ön

fermantasyon hızını kesin olarak birbirinden ayırmak ve sınırlandırmak mümkün değildir. Tesis tekniği olarak her iki kısım da tek bir faz olarak işlem görür. Bu ilk fazda (çözünme fazı) organik maddenin yoğun çözünmesiyle 80°C'ye varan sıcaklıklara kadar şiddetle ısınır. Bu kendinden ısınma vasıtasıyla yeterli uzunluktaki sabitliği ile fermentasyon malzemesinin bir hijiyenizasyonu ortaya çıkar. Bu hijiyenizasyonla potansiyel hastalık etmenleri, mikroplar ve yabancı ot tohumları öldürülür.

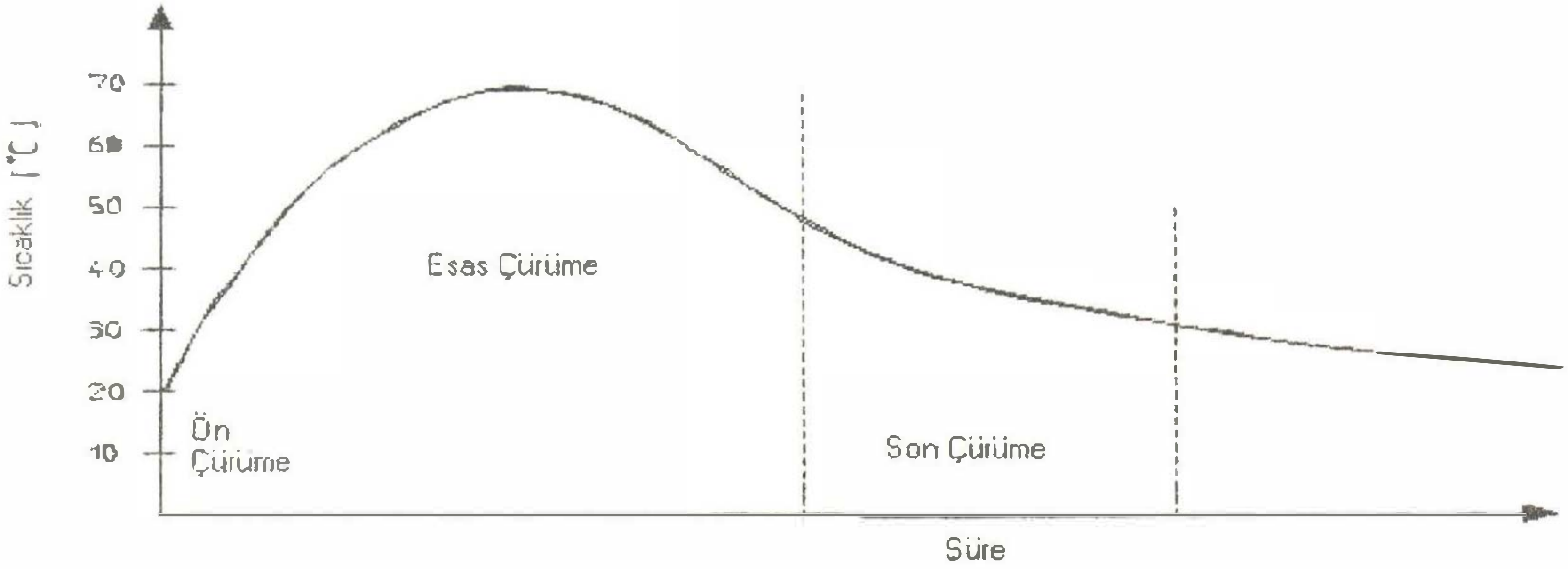
Bu hijiyenizasyon etkisi > 65°C sıcaklığa muhtaçtır. Fakat bu sıcaklık tekrar uzatıldığında fermentasyonun seyrine etki yapar, çünkü çözünüm yapan mikroorganizmalar optimum sıcaklığa 58 C de sahip olur. Bundan dolayı yüksek sıcaklıklarda daha düşük bir çözünüm kapasitesi gösterirler. 70 C nin üstündeki sıcaklıklar gayet açık olarak daha düşük bir çözünüm etkisi yapar ve bundan başka kompostun kuru stabilizasyonuna ve fermentasyonun durmasına sebep olur.

Kapalı sistemlerde yığın sıcaklığının kumandası kontrollü bir havalandırma ile mümkündür. Yığın sıcaklığını yükseltmek için ya havalandırma zamanı kısaltılır, ya da havalandırma entervalleri arasındaki fasıla uzatılır. Sıcaklığı düşürmek için bunun ters yapılır.

### II.2 Son Fermentasyon Sıcaklığı

21 gün sonra (1-3 hafta alanı) yoğun fermentasyonda fermentasyon malzemesi içeriği olan organik maddenin büyük bir kısmı termofil mikroorganizma popülasyonu vasıtasıyla çözüldürülmüştür. Şimdi son fermentasyona geçiş olur. Mezofil safhada sıcaklıklar kendilerini yaklaşık 40°C ye ayarlar. Burada madde değişim faaliyeti esas itibariyle mezofil bu sıcaklık bölgesinde organizmalar tarafından yapılır.

Bu safhada kompost kalitesi için humin maddesi yapı taşlarının önemli yapı değişikliği başlar. Bunlar takip eden kriyofil safhada kompostun bitki uyumluluğu için önemli maddeler yapar. Organik maddenin çözünümü düşük ölçüde meydana geldiğinden özgül oksijen ihtiyacı bu zaman diliminde ana fermentasyondakinden daha azdır. Böylelikle yığınlar muntazam aralıklarla aktarıldıkça (Hannover'de haftalık), son fermentasyon yığınlarının cebri havalandırılmasından vazgeçilebilir. Fermentasyonun sonuna doğru kompost sıcaklığına çevre sıcaklığına düşmüş ve istikrarlı toprak sıcaklığına benzer bir durumda olması gerekir. Burada 25°C civarında sıcaklıklar hakimdir [2].



Şekil 1. Fermentasyon sıcaklık eğrisi

### III. İ.B.B KOMPOST TESİSİ PROSESİNDE YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER

#### III.1 Katı Atığın Fermentasyon Süreci

Fermentasyon hoilerine birinci alandan itibaren doldurulmaya başlanan katı atık miktarı 2,5 günde ortalama 1500 tondur. Katı atık oluşan ekzotermik reaksiyonlarla ısınacaktır ve ısınmanın mutlak surette kontrol altında gerçekleşmesi gerekmektedir. Katı atığın ürün vaziyetine hürünmesi 50 – 60 günlük süreye tekabül etmektedir.

#### III.2 Fermentasyon Sıcaklığında Vuku Bulan Değişiklikler

İki yıllık işletme tecrübemiz sonunda bu ısı değerlerinin gerçekte yaşanan sıcaklık değerleri ile birebir örtüşmediği tespit edilmiştir. Alanlarda ölçülen sıcaklık değerlerinin son iki yıllık ortalaması nisbetinde tesiste gerçekleşen aktüel alan sıcaklıkları şu şekildedir.

1. Alan	Min. 50°C	Max. 70°C
2. Alan	Min. 50°C	Max. 70°C
3. Alan	Min. 50°C	Max. 70°C
4. Alan	Min. 55°C	Max. 60°C
5. Alan	Min. 45°C	Max. 55°C
6. Alan	Min. 45°C	Max. 50°C
7. Alan	Min. 40°C	Max. 45°C
8. Alan	Min. 35°C	Max. 40°C

#### III.3 Havalandırma Tekniği

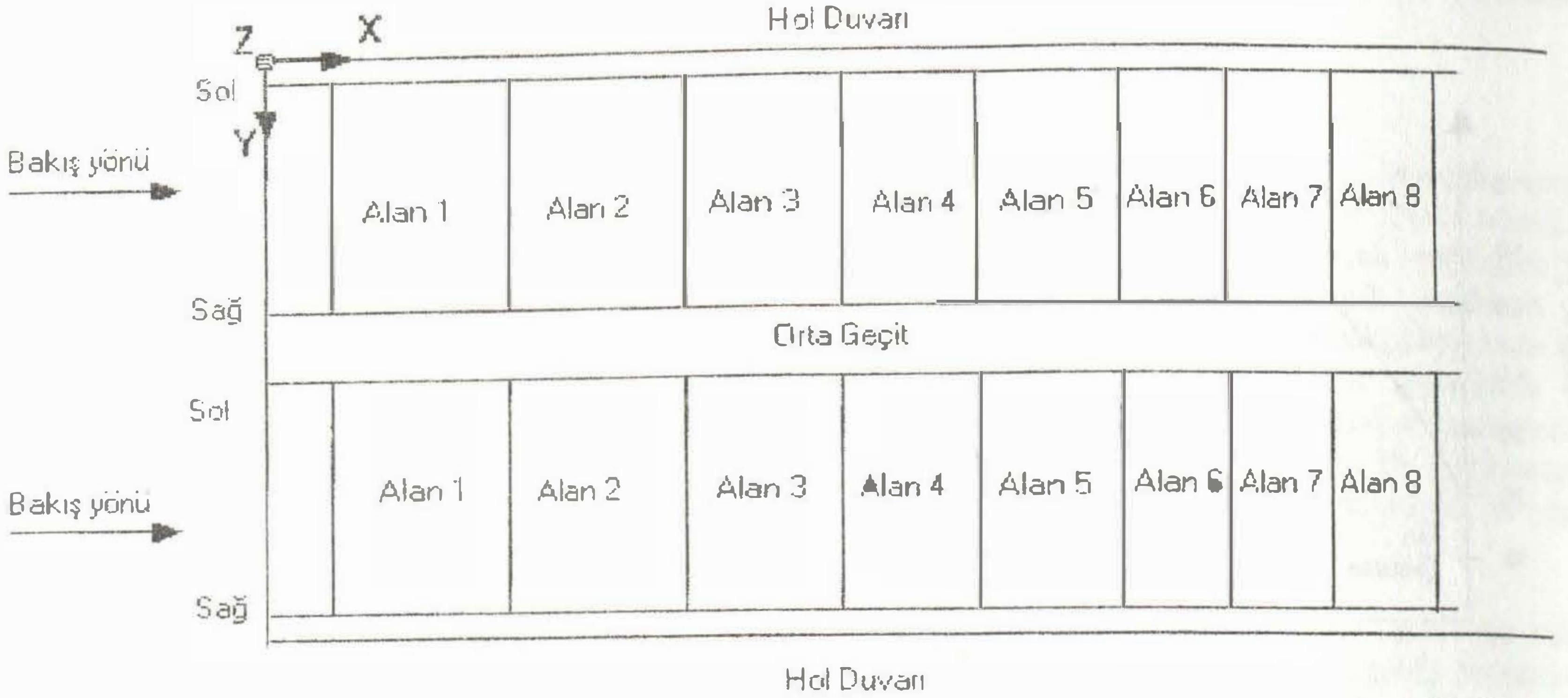
Katı atık yığınlarını belirtilen bu sıcaklık sınırları dahilinde tutmak için gerekli havalandırma tekniği ilk üç alan katı

atığın bakteriyel faaliyetlerinin daha yoğun olduğu alanlar olduğundan alttan verilen basınçlı hava ile (basmalı havalandırma) yapılmaktadır. Eğer istenilen sıcaklık değerine ulaşamamışsa havalandırma kısılacak, istenilen sıcaklık değerinin üzerinde bir değer varsa havalandırma arttırılmaktadır. Son beş alanda bakteriyel faaliyetler ilk üç alana göre daha az oluşmaktadır. Buna binaen bu alanlarda hava çekilecektir. (Emmeli Havalandırma) Yine burada da istenilen sıcaklık değerine ulaşıp ulaşamamasına göre havalandırma değerlerinde değişiklikler yapılabilmektedir.

#### III.4 Sıcaklık Ölçüm Tekniğinde Yapılan Değişiklikler

Tesiste yapılan en can alıcı değişiklik sıcaklık ölçüm tekniğinin değiştirilmesi olmuştur. Buna bağlı olarak diğer girdi parametreleri de büyük oranda etkilenmiş olup, aynı hatta daha kıza zaman sarfında daha fazla ve daha kaliteli kompost üretilebilmiştir. Kompostlaştırma sürecinin en önemli teknik girdisi sıcaklık ölçümleridir. Çünkü ölçülen sıcaklık bir sonraki aşamada verilmesi gereken hava miktarı için referans teşkil etmekte, alan aktarması esnasında verilmesi gereken su miktarı açısından büyük önem arz etmektedir[3].

Sıcaklık ölçme işlemleri için ilk üç alanda, ölçülen sıcaklık değerini bir transmitter yardımı ile dijital veri olarak okuyabilmemizi sağlayan 'PH – Sıcaklık' taransmitteri kullanılmaktadır. Bu işlem son beş alanın sıcaklık değerinin elde edilmesinde kullanılmamaktaydı. Son beş alanın ölçümü havalandırma fanlarının çıkış boruları üzerinde, ortak hava çekme kanalı ile teması mümkün olabilecek yerlere konulmuş olan, alandaki sıcaklık değerini bir analog veri olarak bilgisayara ileten PT 100 sıcaklık sensörleri



Şekil 2. Fermentasyon Holleri

yardımı ile yapılmaktaydı. Yani katı atık yığınlarındaki sıcaklıkla birebir temas halindeki bir sensör vasıtası ile olmamaktaydı. Bu durumda alanlardaki reel sıcaklık yarınca sadece havalandırma borusu üzerindeki havanın sıcaklığını ölçmek mümkün olmaktaydı. Bu durumda alandaki sıcaklık ile havalandırma borusu üzerinden ölçülen sıcaklık birebir örtüşmemekteydi. Bu durum alandaki sıcaklığın termokulplar vasıtası ile direk olarak ölçülmesi ve bu sıcaklığın bilgisayardan okunan sıcaklıkla karşılaştırılması sonucu tespit edilmiştir. 1. Hol 5. Alanda 123 - 02 no'lu katı atık yığını üzerinde 27/05/2002 tarihinden itibaren birer gün arayla yapılan ölçümler sonucu ortaya aşağıdaki değerler çıkmıştır:

Aktüel sıcaklık	: 65 °C
Bilgisayarda ölçülen sıcaklık	: 45 °C
Aktüel sıcaklık	: 61 °C
Bilgisayarda ölçülen sıcaklık	: 42 °C
Aktüel sıcaklık	: 58 °C
Bilgisayarda ölçülen sıcaklık	: 46 °C

Bilgisayarda ölçülen sıcaklıklarla aktüel sıcaklıklar arasında 20°C'ye varan sıcaklık farkları tespit edilmiştir. Bu yanlış ölçüm sonucunda havalandırma oranları kısılacağından ve gerektiği kadar su verilmeyeceğinden 123 - 02 no'lu kompost, fermentasyon sürecini tamamlayamamış, kuru ve içinde aşırı oranda toz muhteva eden bir ürüne dönüşmüştür. Kompost derecesi rottegrad 2 olup ürün kalitesiz olmuştur. Alanlarda oluşan gerçek sıcaklıkla borular üzerinde ölçülen sıcaklığın neden bu kadar farklı olduğunu irdeleyecek olursak, havalandırma boruları içinden geçen havanın sıcaklığı, alanda oluşan aktüel sıcaklıkla alandan hava çekilirken dış ortamdan çekilen havanın aktüel ısısının ortalama değeridir. Mesela dış ortamda hava sıcaklığı 25 °C ve alandaki gerçek sıcaklık 60 °C ise dış ortamın sıcaklığı alandaki

sıcaklık değerini aşağı çekmekte ve havalandırma boruları üzerinden bu değer okunmaktaydı. Bu özellikle kış aylarında büyük yanılma payına sahip olmaktadır. Bunun için en net sıcaklık ölçüm metodu alanın en az 6-7 farklı noktasına sokulmuş termokulplardan okunan sıcaklık değerinin ortalamasının alınması ile elde edilen değerdir. Bu bilgi doğrultusunda son beş alandaki sıcaklık ölçme yöntemi değiştirilmiştir. Şu anda PT 100 sıcaklık ölçerler yardımı ile değil de termokulplarla ölçümler yapılmaktadır.

### III.5 Kapaklarında Yapılan Değişiklikler

Kapaklar elektriksel çalışma prensipleri haricinde mekanik olarak da açılıp kapanma özelliğine sahiptir. Bu özellik sayesinde özellikle 4, 5, 6. ve 7. alanın havalandırılma süreci arttırılabilmekte dolayısı ile fermentasyon süresi daha aşağılara çekilebilmektedir. 4, 5 ve 6, 7. alanların havalandırılması aynı fan üzerinden yapıldığından bir alan havalandırılırken diğer alan kapağının kapalı olması gerekmektedir. Fakat örnek olarak 4. alan sıcaklığının beklenen sıcaklıktan oldukça yüksek olduğu durumda fanın havalandırma sırası 5. alana geldiğinde mekanik olarak 4. alanın kapağı da açılarak aynı anda hem 4 hem de 5 alanın havalandırılması mümkün olmaktadır.

### IV. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma sonucunda alanların gerçek sıcaklık değerleri edilebilmektedir. Bu değerler ışığında sıcaklık takibi daha gerçekçi olup, kompostlaştırma süreci için gerekli olan nem tayinleri daha doğru yapılabilmektedir. Sıcaklık ve nem tayini direkt olarak kompostlaştırma sürecini etkilediğinden yapılar değişikliklerle daha kısa sürede kompost üretebilmesi mümkün olmuştur.

## V. KAYNAKLAR

- [1]. İstanbul Katı Atık Yönetimi İçin El Kitabı (1999)
- [2]. Lurgi Eng. Doc. K.A 2.2.1 – 2.1.2.2 (1999)
- [3]. Lurgi Eng. Doc. K.A 2.2.1 – 2.2.2.3 (1999)
- [4]. Siracco Luft-Umwel. Exhaust Air 2.8 – 1 (2000)