

# YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TEKNOLOJİLERİ Dersi 11

- 9.3 Atık Yönetimi
- 9.3.1 Kompostlaştırma

Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU  
E-mail: onurbas@agri.ankara.edu.tr  
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarım Makinaları Ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü  
2017

## 9.3 Atık Yönetimi

- Çeşitli işlemler sonucunda ortaya çıkan, işe yaramayacağı düşünülerek atılan, insan sağlığı ve çevreye zararı olacağı düşünülerek uzaklaştırılması gerekli olan maddeler katı atık olarak adlandırılmaktadır. Katı atığın en önemli özelliği üretici veya kullanıcının gözden çıkarmasıdır (Palabıyık ve Altunbaş, 2004).
- Katı atıklar zararlı atıklar ve zararsız atıklar olarak iki grupta incelenebilir (Tolay, 2011):
- Zararlı atıklar ise; insan sağlığı ve çevre açısından olumsuz özellikler taşıyan, özel işlemlerle bertaraf edilmesi gereken, zehirli, yakıcı-yanıcı, yok edici maddelerdir.
- Zararsız atıklar; zararlı atıklar grubunda yer almayan, toplum tarafından atılan organik veya inorganik maddelerdir.

- Katı atıklar kaynaklarına göre de 6 grupta sınıflandırılmaktadır (Palabıyık ve Altunbaş, 2004, Tolay, 2011):
- 
- **Evsel atıklar:** Evsel atıklar içerisinde çöpler, küller ve iri katı atıklar yer almaktadır. Çöpler evlerden atılan organik yada organik artık yada atıklardır. Çoğunlukla seramik, metal, cam, kağıt ve yemek artıkları içermektedir. Küller, evlerde ısı amaçlı kullanılan yakıtların kullanımı sonucu ortaya çıkan atıklardır. İri katı atık ise boyutları nedeniyle özel işlem yapılması gereken ev gereçleri, mobilya benzeri materyallerdir.
- **Endüstriyel atıklar:** Endüstriyel faaliyetler esnasında yada sonucunda ortaya çıkan atıklardır.
- **Ticari ve kurumsal atıklar:** Genellikle toplu kullanım yerlerinde ortaya çıkan, evlerde olduğu kadar organik madde içermeyen atıklardır. Örnek olarak; ofis, okul, lokanta, mağaza atıkları gösterilebilir.
- **Belediye atıkları:** Belediyelerin çalışmaları ile bağlantılı olan atıklardır. Arıtma tesisi çamurları, sokak çöpleri, yeşil alanlardan toplanan atıklar gibi.
- **Özel atıklar:** Bertaraf edilmesi için özel işlemler gerektiren atıklardır. Zararlı, tehlikeli endüstri atıkları, hastane atıkları, ev atıkları içerisinde bulunan deterjan, pil, tiner, boya gibi maddeler örnek olarak verilebilir.
- **Tarımsal atıklar:** Tarımda bitkisel ve hayvansal üretim sırasında ve ürünün işlenmesiyle ortaya çıkan artık ve atıklardır.

- Katı atıkların özellikleri ve miktarı; toplumların yapısı, alışkanlıkları, bulunduğu coğrafya ve iklim özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Bu özelliklerin bilinmesi katı atık yönetim sisteminin planlanması açısından oldukça önemlidir.
- Atık yönetiminin hedeflerine uygun olarak; yönetim, teknoloji ve teknik programlarının belirlenmesi ve uygulanması **EKAY-Entegre Atık Yönetimi** (ISWM- Integrated Solid Waste Management) olarak adlandırılmaktadır. EKAY dört uygulamayı içermektedir (Ersoy, 2007):
  - **Atık azaltma,**
  - **Geri dönüşüm,**
  - **Geri kazanma,**
  - **Düzenli depolama.**

- **Atık azaltma;** atık yönetiminin ön koşuludur. Atığın kaynağında azaltılması, atık yönetiminde daha sonra yapılacak işlemlerdeki zaman, masraf ve olumsuz çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacaktır.
- **Geri dönüşüm** prosesi, ayrılan atık maddelerin tekrar kullanımı ve işlenmek üzere hazırlanması işlemini kapsamaktadır. Böylece, hammadde kullanımının azaltılmasıyla birlikte, düzenli depolamaya gidecek atıkların da azaltılması sağlanacaktır (Mata Alvarez vd, 2000).
- Atık dönüştürme kapsamında, fiziksel, kimyasal ve biyolojik dönüştürme prosesleri uygulanmaktadır. Bu prosesler içerisinde kompostlaştırma, anaerobik fermantasyon, yakma, gazlaştırma ve piroliz gibi yöntemler yer almaktadır. Bu prosesler atıktan enerji üretimini (waste to energy) sağlamaktadır.
- **Geri kazanma;** geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrılarak değerlendirilmesidir. En önemli yararı; etkin bir şekilde ayrılan atıkların uygun yöntemlerle değerlendirilmesinin sağlanmasıdır. Böylece atık bertarafında maliyetin azalması da sağlanacaktır (Ersoy, 2007).
- **Düzenli depolama,** geri kazanım tesislerinde açığa çıkan kullanım imkanı olmayan atıklara ve yakma tesislerindeki kül ve benzeri maddelere yapılan son işlemdir. Katı atık yönetiminde en son seçenek olarak düşünülen işlem düzenli depolamadır. Ancak, diğer işlemlere göre ucuz ve daha kolay olması nedeniyle en yaygın kullanılan yöntemdir.
- Depolama şekli uygun olmayan çöpler, görüntü kirliliği yanında, insan sağlığı ve çevre açısından pek çok riskler taşımaktadır. Bu olumsuz etkiler içerisinde; toprak, hava, su kirliliği, kötü koku, sinek oluşumu sayılabilir.

- Entegre atık yönetimi; kentin yada bölgenin özelliklerine göre birden fazla uygulamayı içerebilir. Uygulamaların seçiminde insan sağlığı, çevre ve ekonomiklik dikkate alınması gereken en önemli özelliklerdir.
- Örnek tümleşik atık yönetim şeması Şekil 9.8'de verilmiştir.

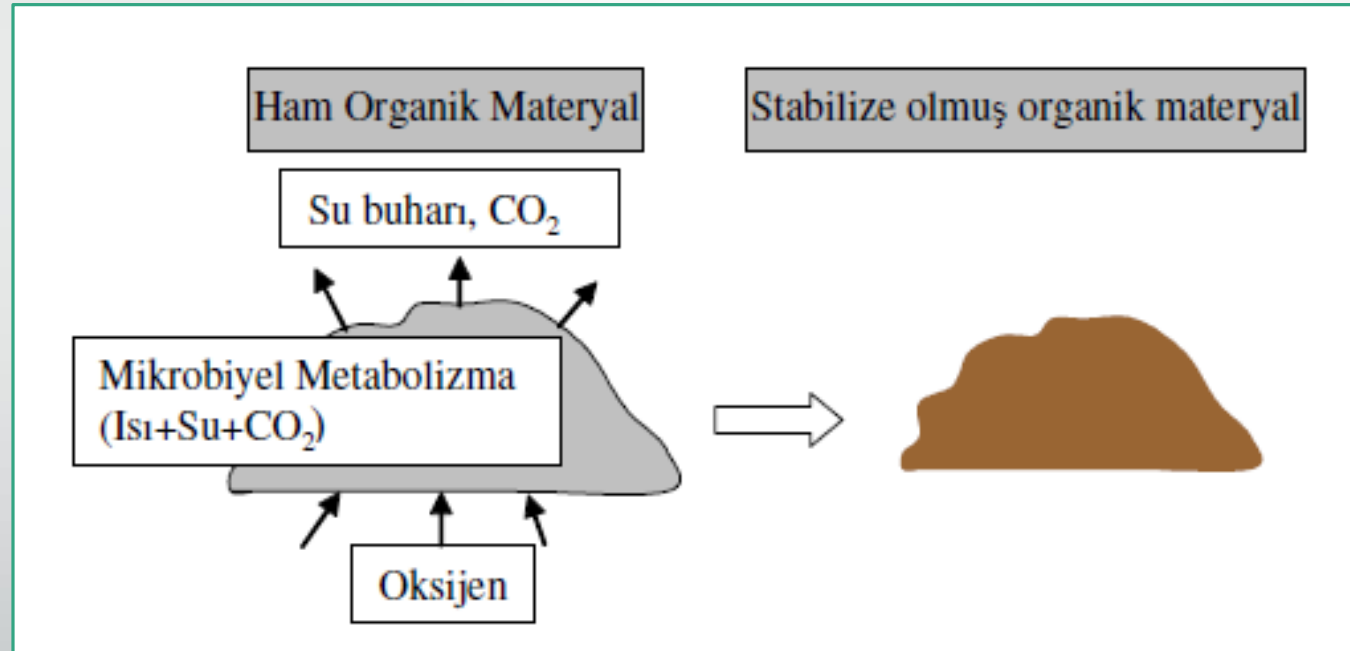


Şekil 9.8 Örnek tümleşik katı atık yönetimine kullanılan teknolojiler (Tolay, 2011)

## 9.3.1 Kompostlaştırma

- Atık yönetimi ile ilgili ulusal ve uluslararası yönetmelik ve direktifler, organik atıkların düzenli depolama alanlarına gönderilmesi yerine yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanımlarını desteklemektedirler. Dolayısıyla biyolojik atıkların bertaraf edilmesinde çeşitli teknolojiler söz konusu olmaktadır. Bu teknolojiler içerisinde en önemlilerinden biri de kompostlaştırmadır. Kompostlaştırma diğer termal yöntemlere göre daha çevre dostu bir yöntem olduğu için Dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Biyolojik ayrışma, doğanın varoluşundan bu yana süregelen doğal bir süreçtir. Bitkiler kendiliğinden toprağa düşer ve burada yavaşça çürüyerek bitki, hayvanlar ve mikroorganizmalar için gerekli mineral ve besinleri sağlar. Kompostlaştırma da genellikle biyolojik ayrışma ile eş zamanlı olarak kullanılır. **En basit yoluyla kompostlaştırma; organik maddenin çürütülmesi yöntemidir.** Daha biçimsel olarak; organik maddelerin birincil bileşenlerine ayrışarak organik maddece zengin, koyu renkli, bileşenlerine ayrıştırılmış bitki ve hayvan atıklarından oluşan, tarımda gübre veya toprak iyileştiricisi olarak kullanılabilen ve humus adı verilen maddeyi oluşturması işlemine kompostlama denir. Başka bir benzer ifade ile kompostlaştırma, ayrışabilir organik maddelerin mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu biyokimyasal yolla aerobik koşullarda parçalanmaya tabi tutularak, hiçbir patojen mikroorganizma içermeyen, bol miktarda bitki besin elementleri ihtiva eden, organik madde bakımından zengin, su tutma kapasitesi yüksek, sağlık yönünden zararsız bir tür organik humusun oluşturulması olayıdır. Bu humusça zengin maddeye kompost denir. 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 3. maddesinde; organik esaslı katı atıkların oksijen ortamında ayrıştırılması suretiyle üretilen toprak iyileştirici madde kompost olarak tanımlanmaktadır (İnan, 2012).

- Kompostlaştırmanın genel hedefleri; ayrışabilir organik maddeleri biyolojik olarak stabil maddeye dönüştürmek, katı atıklarda bulunabilen patojenleri, böcek yumurtalarını ve diğer istenmeyen organizmaları ve yabancı ot tohumlarını yok etmek, maksimum nütrient (azot, fosfor ve potasyum) içeriğine sahip olmak, bitki gelişmesini desteklemek ve toprak iyileştirici olarak kullanılabilen bir ürün üretmektir. Diğer bir ifadeyle, kompostlaştırma; toprağa uygulanmak üzere uygun stabil nihai ürünün elde edilmesini ve organik madde (yaprak, odun, kağıt) ayrışmasını sağlamak üzere aerobik bakteriler ve diğer mikroorganizmaların faaliyetlerine imkan veren kontrollü bir bozunma prosesidir (Aguilar ve ark. 1997; Eskicioğlu, 2013).
- Basitleştirilmiş bir kompostlama işleminin özeti Şekil 9.9'da gösterilmiştir.



**Şekil 9.9** Basitleştirilmiş kompostlama işlemi (İnan, 2012)



- Kontrollü koşullarda yapılan kompostlaştırma işlemi, kompostlaştırma ve olgunlaşma olarak iki evreden meydana gelmektedir (Chen ve Inbar 1993). Kompostlaştırma evreleri ise; başlangıç evresi, y¼ksek ayırşma evresi ve stabilizasyon evresi olarak 4 alt evreden meydana gelir.
- 
- **1) Başlangıç evresi:** Bu evre 1-3 g¼n s¼rer. Basit şeker, nişasta ve protein gibi bileşikler mezofilik mikroorganizmalar tarafından ayırştırılır. Sıcaklık çok hızlı bir şekilde y¼kselir.
- **2) Y¼ksek ayırşma evresi:** Bu evre 10-100 g¼n s¼rer. Yağlar, hemisel¼loz, sel¼loz, ve bazı ligninler termofilik mikroorganizmalar tarafından ayırştırılır. Sıcaklık 40 °C'nin ¼zerine çıkar ve bu evrede patojenik mikroorganizmalar yok edilir. Oksijen t¼ketimi ve CO<sub>2</sub> ¼retimi en y¼ksek noktaya çıkar. Eğer kompostlaştırma işlemi iyi bir şekilde kontrol edilemezse y¼ksek miktarlarda NH<sub>3</sub>-N gazı ve diğer gazların çıkışı olur.
- **3) Stabilizasyon evresi:** Bu evre de 10-100 g¼n s¼rer. Hemisel¼loz, sel¼loz, ve bazı ligninler ayırşmaya devam eder ve sıcaklık d¼řer.
- **4) Olgunlaşma evresi:** Olgunlaşma evresinde mezofilik mikroorganizmalar yeniden koloni oluştururlar. Olgunlaşma evresi en az 1 ay, genellikle 3-6 ay s¼rmektedir.
- 
- Herhangi bir evrenin s¼resi, kompostlanacak organik materyal, Karbon/Azot oranı (C/N oranı), parçacık b¼y¼kl¼ę¼, karıştırma sıklığı ve diğer birçok fakt¼re bağlı olarak değişmektedir.

- Dünyada kompostlaştırma işlemi farklı modellerle uygulanmaktadır. Genel olarak kapalı ve açık sistemler olmak üzere iki farklı kompostlaştırma sistemi bulunmaktadır. Bunun dışında işletme özellikleri, kullanılan makinelere göre de sınıflandırılabilir. **Dünyada en yaygın uygulanan 5 kompostlaştırma yöntemi bulunmaktadır** (Şekil 9.10) (İnan, 2012). Bunlar;
- **Açık yığın- pasif kompostlaştırma,**
- **Aktarmalı yığında kompostlaştırma (Yükleyici iş makineleri kullanılan),**
- **Aktarmalı yığında kompostlaştırma (Özel aktarma makineleri kullanılan),**
- **Havalandırmalı statik yığında kompostlaştırma (Delikli borular kullanılan),**
- **Reaktör sisteminde kompostlaştırma,**
- **Bahçe tipi kompostlaştırma yöntemleridir.**
- Yukarıdaki yöntemlerden ilk üçü açık havada, statik yığında ve reaktör sistemleri ise kapalı yapı içerisinde gerçekleştirilmektedir. Kapalı sistemlerde arıtım, koku ve nem kontrolü daha kolay sağlanabilmektedir (Yıldız vd, 2009).



Yığın kompostlaştırma



Aktarmalı yığında kompostlaştırma



Havalandırılmalı Statik Yığınlar



Reaktör Kompost Sistemlerine Örnekler



Bahçe Tipi Kompost Sistemleri

Şekil 9.10 Kompostlaştırma sistemleri (Yıldız vd, 2009)