

### 3. ATIKLARIN KOMPOSTLANMASI

#### 3.1. Katı Atıkların Kompostlanması

Katı atıkların giderilmesi sıvı ve gaz atıkların giderilmesinden farklılıklar gösterir. Katı atıklar çok çeşitli ve biyolojik parçalanması daha zor olan atıklardır. Katı atık oluşumunun minimize edilmesi ve geri döngü ile sisteme verilmesi en uygun çözüm olarak görülmektedir. Metal, cam ve kağıt atıkların geri kazanılıp tekrar kullanılması plastiklerin de tekrar kullanılabilir cinsten olması gerekir. Depolama ve yakma metotları uzun vadede pek çok problem meydana getirmektedir.

Kompost ürünlerinin nitelendirilmesi konusunda kesin bir standartlaşma yoktur. Her araştırmacı kendine göre bazı kompost tanımları yapmış ve niteleyici koşullar önermiştir (Bidligmaier ve Bender 1976, Tietjen 1977).

Özet olarak iyi bir kompostta şu özelliklerin bulunması gerekir:

- Biyolojik parçalanabilirliği, organik madde miktarlarının fazla olması,
- Bitkilerin yararlanabileceği ve iz besin elementlerinin ideal konsantrasyonunda bulunması,
- Her türlü zararlı maddelerden arındırılmış olması,
- İşe yaramayan balast maddelerin az bulunması gereklidir (Fuss 1974).

Ayrıca iyi ve sağlıklı bir katı atık ekonomisi oluşturmanın ancak kompostlama ile mümkün olduğu görülmüştür. Kompost oluşturarak değerlendirme ve doğadan alınanın yeniden doğaya kazandırılması olarak tanımlanabilecek bu olayın kapsamı bu bölümde ele alınmıştır.

#### 3.1.1. Kompostlamanın Tanımı ve Tarihçesi

##### • Kompost ve Kompostlama :

**Kompost** biyokimyasal olarak ayrışabilir çok çeşitli organik maddelerin organizmalar tarafından stabilize edilmiş, mineralize olmuş ürünlerdir. **Kompostlama**, mikroorganizma adı verilen ve çoğunluğu gözle görülmeyen canlıların, ortamın oksijenini kullanarak çöp içerisindeki organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırmasıdır. Bu olayın gerçekleşebilmesi için çöp kütleindeki su içeriğinin % 45-60 dolaylarında olması gerekmektedir (Erdin, 1980; Alyanak , 1986).

Kompostlama, mikrobiyolojik faaliyetler ile kızışmaya tabi tutulan katı atıkların içindeki organik maddelerin termofilik koşullarda biyolojik olarak bozuşturulmasını ve stabilizasyonunu sağlayan bir katı atık bertaraf yöntemidir.

Organik atıkların havalı şartlarda mikrobiyal parçalanmaya (çürümeye) tabi tutularak, bitki besin elementleri ihtiva eden, organik madde bakımından zengin, sağlık yönünden zararsız olan, humus görünümünde stabil haldeki son ürününe kompost adı verilir (Erdin 1981).

Ayrıca kompostlama sonucu elde edilen kompostun tarım alanlarında gübre olarak kullanılması ile atıklar doğadaki madde döngüsüne (**Biological Recycling**) katılmaktadır.

Bakteri, mantar, aktinomisetlerin işbirliği ile bu organik bileşikleri parçalatıp humuslaştırmak en "**çevre dostu**" yaklaşım tarzı olmaktadır. Oksijenli ortamda kolay ayrılan bileşikler karbondioksit ve suya ayrılmakta ve bu arada ortama ısı verilmektedir. Bu ısı da ortamın sıcaklığını artırmaktadır. Ayrışma sırasında mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri sonucu oluşan antibiyotikler de patojen organizmalara öldürücü etki yapmakta ve onları elimine etmektedir. Ayrıca ortam sıcaklığının 70°C'ye kadar çıkması da pastörizasyon etkisi yapmaktadır. Ancak mikroorganizmaların rahat faaliyet gösterebilmeleri, yeterince besin maddelerine ulaşabilmeleri, oksijen alabilmeleri için homojen bir dağılımın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu ya dinamik sistemlerde sürekli karıştırmakla olur, ya da statik sistemlerde olduğu gibi zaman zaman aktarmak ve böylece de karışımı gerçekleştirmekle olur. Dinamik ve statik sistemlerin dışında her ikisinin kombinasyonundan oluşan dinamik / statik sistemler de vardır.

#### • **Kompostlamanın Tarihçesi :**

Önceleri kırsal organik atıkların değerlendirilmesi ile başlayan doğanın bu vergisinden yararlanma, kentleşme hızlandıkça ve kentlerdeki katı atıklar bir sorun haline geldikçe araştırmacılar tarafından ele alınmış, kompostlama teknikleri geliştirilmiştir. Kentsel atıkların kompostlaştırılması olayı hiç de yeni bir olay değildir.

Gübrelerin toprağa dönüştürülmesinin ilk anılması, dünyanın en eski yazıtları olan Akad İmparatorluğundan kalma kil tabletlere dayanmaktadır. Romalılarda kompostu biliyorlardı ve bunu çürümekte olan gübreleri toprağa kazandırmakta kullandılar. Eski Arap Kültürü kitapları, kompost süreçleri ve kullanım alanlarının yanı sıra ezilmiş kemiklerin, yün kırpıntılarının, odun küllerinin ve kirecin kompostun gübresel değerine olan etkilerinde bahsetmektedir. Hayvancılığı fakir olan Çin ve Hindistan'da, yüzlerce yıl önce bile şimdiki amaçlarla yapılan uygulamaların varlığı bilinmektedir. Kompostlama tekniğinin geliştirilmesinde sanayi kuruluşlarının ve yatırımcıların rolü çok büyük olmuştur (Rodriguez 1999).

1860'lı yıllarda yapay gübre Justus Liebig sayesinde bulunup, verim artırımı için ön plana çıkarılınca, artık humusa gerek kalmadan anorganik gübrelerle iyi bitki yetiştirilebileceği zannedildi. Bu nedenle de toprak sadece bir yetiştirme ortamı olarak algılandı. Bu felsefe ile olaya yaklaşınca da bir kap ve bir çözelti üretim için yeterli idi. Hidroponik bitki yetiştirme yöntemi bu düşünceden kaynaklandı. Ancak hidroponik yöntemle yetiştirilen bitkilerin bir kaç nesil sonra reproduksiyon (çoğalma) özelliklerini kaybettikleri gözlemlendi. Aynı gözlem toprakta sadece yapay gübre ile yetiştirilen bitkilerde de yapıldı. Bütün bu sonuçlar uzun süreli deneylerden sonra elde edildi (Erdin 1981).

Bu uygulamaların sonunda bitki hastalıklarının ve zararlılarının sayısı artmış, verim azalmaya başlamıştır. Verimin azalmasını durdurmak için yoğun bir pestisid kullanımı başlamıştır. Sonuçta da yoğun bir gıda ve çevre kirlenmesi söz konusu olmuştur (Erdin 1981).

Oluşan bu durum karşısında kompost tekniğini geliştirme çabaları hız kazandı. Modern kompostlama ilk kez 1905-1934 yılları arasında Hindistan'da çalışan Sir Albert Howard tarafından tanımlandı. Kompost materyallerinin tabakaları üzerine deneysel çalışmalar yaptı ve çalıştığı kasaba ile aynı adlı İndore Metodunu keşfetti. Çalışmalar özellikle 2. Dünya Savaşı sonrası daha çok artmıştır. Stahrschmidt (1956) Dano-Biyostabilizatör yönteminin geliştirilmesinden ayrıntılı söz etmektedir. Caspari ve Meyer (1964) küçültülmüş çöplerle arıtma çamurunun karışımını Brikollare Yöntemi ile (Briket Presleme) kompostlamayı geliştirmişlerdir (Rodriguez 1999, Erdin 1978).

Türkiye'de de kompost, ev, işyeri, esnaf ve sanayide, bahçede oluşan mikroorganizmalar tarafından kolay ayrışan organik bileşiklerin ayrışma sonucunda oluşturduğu stabil mineralize olmuş üründür. Buna atıksu arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamurları da katılmaktadır. Ayrıca bir dizi yapı verici, ayrışmayı iyileştirici ve hızlandırıcı maddeler de ilave edilmektedir.

İzmir'de 1988 yılında faaliyete geçip çalışan sistem bu esasa dayanmaktadır.

Mersin'deki kompost tesisi ise 1970'li yıllardan beri tamamen statik sisteme göre çalışmaktadır. Kompostun oluşmasında biyoçöpün içinde bulunan azot ve karbonun birbirine oranı ayrışmada aktif rol alan mikroorganizmaların besin maddesi ihtiyaçlarını optimum bir şekilde karşılanması için çok önemlidir. Çeşitli biyoçöplerdeki bu oranı ideal karışımı oluşturmak veya oranı teknik olarak sağlamak açısından mutlaka bilmekte yarar vardır (Erdin 1992).

### **3.1.2. Kompostlama Mekanizması**

Kompost karışım demektir. Kompostlaşma olayı, organik ayrışabilir (özellikle mutfak ve bahçe atıklarının) maddelerin mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu kontrol edilen şartlar altında biyokimyasal yollarla ayrıştırılması şeklinde tarif edilebilir. Gerçekte kompostlamada atık maddeler tam stabil hale getirilmeden kısmen kararlı halde tutulurlar. Başka bir deyişle organik maddelerin tamamen ayrışıp mineralleşmesine imkan verilmez ve kompostun daha sonra kullanılacağı toprakta bir organik madde kaynağı olması sağlanır.

Kompostlama işlemi, nemli tutulan ve havalandırılan karışık organik atıklarda doğal olarak bulunan, kendiliğinden çoğalan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Başlangıçta çoğunlukla bakteri olan bu organizmaların çoğalması sırasında, ısı, CO<sub>2</sub> ve su buharı açığa çıkar. Eğer ısının açığa çıkması, ısı kaybından hızlı ise, sıcaklık yükselir, ısıya karşı duyarlı organizmalar ölür ve ısıya karşı dayanıklı bakteriler çoğalır. Ayrışma sırasında ısı (8-10 kcal/°C) ortamdaki çok hızlı şekilde uzaklaştırılmamaktadır (Erdin 1981).

Birinci aşamada mezofilik bakterilerle beraber aktinomisetler, mayalar ve diğer mantarlar; yağları, proteinleri ve karbonhidratları ayrıştırırlar. Protozoonlar; bakteri ve mantarlarla beslenirler.

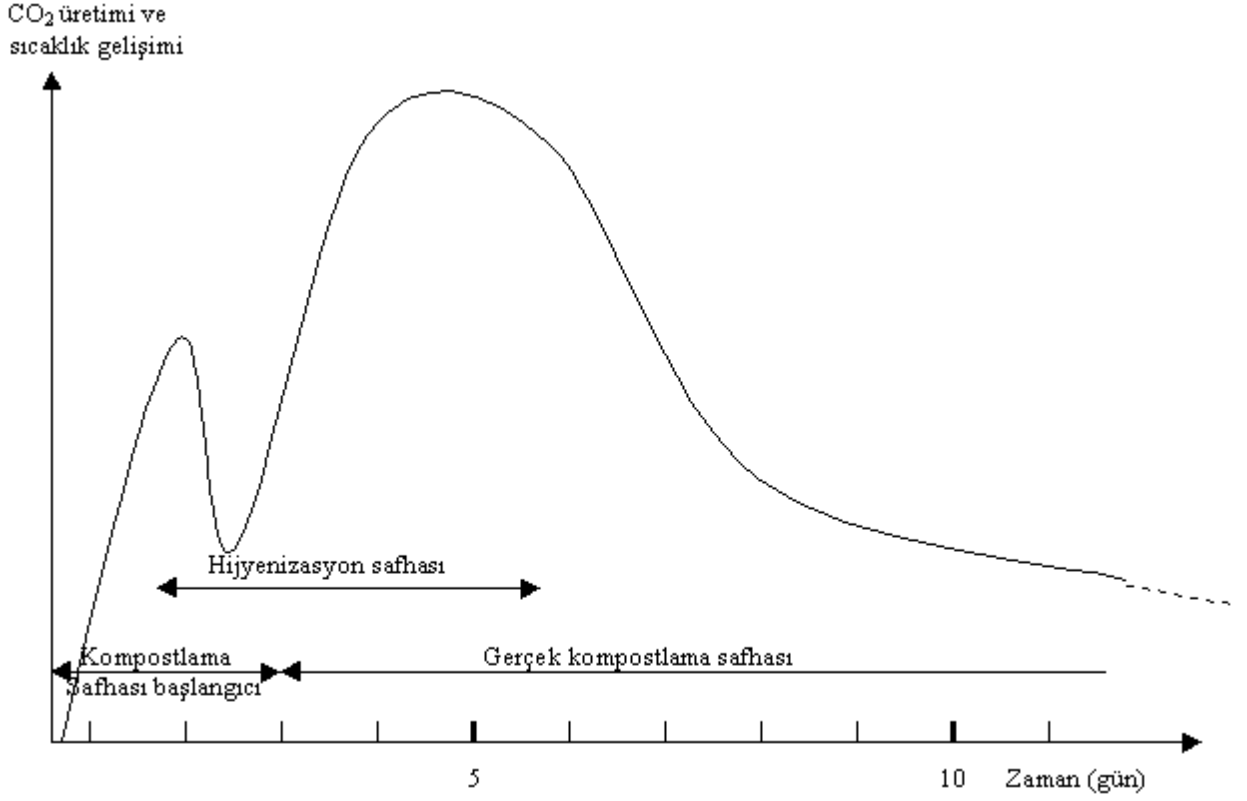
Sıcaklık 30°C 'ye erişene kadar küf mantarları, bakteriler, protozoonlar ve nematodlar aktif rol oynarlar. 30-40°C arasında aktinomisetler egemen olmaya başlarlar ve ortamdaki topraksı koku meydana yayılır. Aktinomisetler asıl humuslaştırıcı organizmalar olarak bilinmektedir. Bunlar humik asidi çıkarmakta ve verimli kil-humus kompleksi oluşturmaktadırlar. Ayrıca aktinomisetler antibiyotik etki maddeleri üretmekte ve patojenlerin ölmesini sağlamaktadırlar. Sıcaklık 40-50°C 'ye ulaştığında kompostlamayı başlatan organizmaların hemen hemen tamamı ölür ve bunların yerinin 70°C sıcaklığa kadar dayanabilen ve ısı üretebilen termofilik bakteriler alır. Ayrıca 40-50°C sıcaklıkta gelişen bakteri ve aktinomisetler katı atıkların içindeki zor parçalanabilir maddeleri ayrıştırmaktadırlar. Kompostun 60-70°C sıcaklığa ulaşan kısmında, birkaç sporun dışında temel olarak bütün patojenik organizmalar 1-2 saat içinde ölür. Termofilik bakteriler kendileri için mevcut besini tükettiklerinde ısı üretmeyi durdururlar ve kompost soğumaya başlar. Soğuyan kompostta, son özelliklerini veren; ölü bakterileri de içeren geriye kalan besinle beslenen, genellikle mantar ve aktinomisetlerden oluşan yeni bir grup mikroorganizma çoğalır (Anonim 1995a).

**Çizelge 3.1. Mikrobiyal Ayrıştırmada Sıcaklık Bölgeleri (Erdin 1981)**

Sıcaklık Bölgeleri	Mikroorganizma Türleri	Ayrışma Bölgesi	Hijyenik Nitelik Sınıfı
45 °C	Mezofil Organizmalar	Oligoterm (Soğuk Ayrışma)	Tam Virulans
45-55 °C	Mezofilden Termofil Organizmalara Geçiş	B - Mezoterm	Biyokimyasal Dezenfeksiyon
55-65 °C	Termofil Organizmalar	Mezoterm	Biyofiziksel Dezenfeksiyon
65-80 °C	Termofil Organizmaların Harmonileşmesi	Politerm (Sıcak Ayrışma)	Termik Dezenfeksiyon

Kompostlaşmanın sonuç aşamasında, çok sayıda solucan ve böcek larvaları oluşmaktadır. Kompostlamanın üç evresi; ilk mezofilik evre, termofilik evre ve iyileştirme (soğuma) evresi olarak adlandırılabilir. Kompostlamanın son ürünü, toprakta bitki ve hayvan kalıntılarına benzer biyolojik işlemlerle doğal olarak yapılan humusa oldukça benzeyen ve daha fazla parçalanamayan maddelerden oluşan organik bir küttür. Filizlenen tohumlar için toksik olan amonyak ilk evrede üretilir ve soğuma evresinde uzaklaştırılır (Anonim 1995a).

Aşağıda kompostlama sırasındaki CO<sub>2</sub> ve sıcaklık değişiminin zamana bağlı değişimi gösterilmiştir.



**Şekil 3.1. Kompostlama Prosesi ile Kapalı Kompostlamadaki CO<sub>2</sub> ve Sıcaklık Gelişimi Grafiği (Valdmaa 1973)**

Kompostlamanın temeli dekompozisyon işlemine dayanmaktadır. Doğal organik maddeler topraktaki mikroorganizmaların ve omurgasız canlıların faaliyetleri sonucunda humusa dönüştürülürler. Bu olay, ekosistemdeki nütrientlerin geri dönüşüm işlemidir ve bu doğal dekompozisyon işlemi ideal şartların oluşturulmasıyla desteklenebilir. Maddeleri etkin bir şekilde dekompoze edebilmek için oksijen ve suya ihtiyaç duyan bu mikroorganizmalar ve omurgasızlar, kompost oluşumunda en önemli halkayı oluştururlar (Anonim 1995a).

Kompostlama prosesi aşağıda belirtilen ardışık safhaları içerir:

- Ayırma
- Parçalama (öğütme)
- Fermantasyon
- Olgunlaştırma için depolama

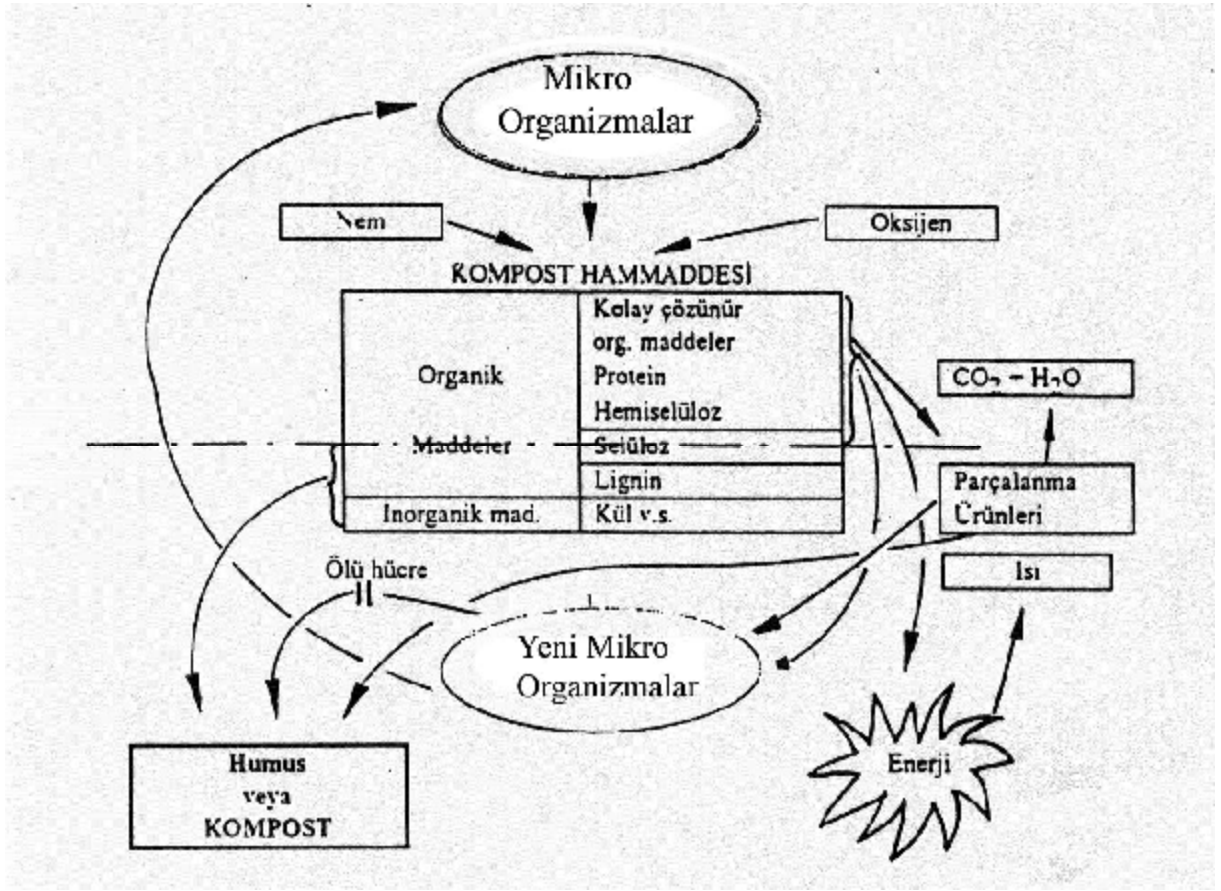
İşlemin başarısı, kompostlaşan organik maddelerin içeriğine ve kompostlamayı gerçekleştiren organizmaların (Bakteriler, Aktinomisetler, Mantarlar, Protozoonlar, Rotiferler) türüne bağlıdır. Bazı organik maddeler diğerlerine nazaran daha kolay dekompoze olabilirler. Ayrıca kompostlaşma işlemini gerçekleştiren farklı organizmalar, farklı maddeleri değişik sıcaklık aralıklarında dekompoze ederler. Bazı mikroorganizmalar oksijene gerek duyarken bazıları oksijene gereksinim duymazlar.

Farklı mikroorganizma toplulukları kompostlama işlemini farklı verimliliklerde gerçekleştirebilirler. Eğer kompost yığını içerisindeki ortam belirli mikroorganizma

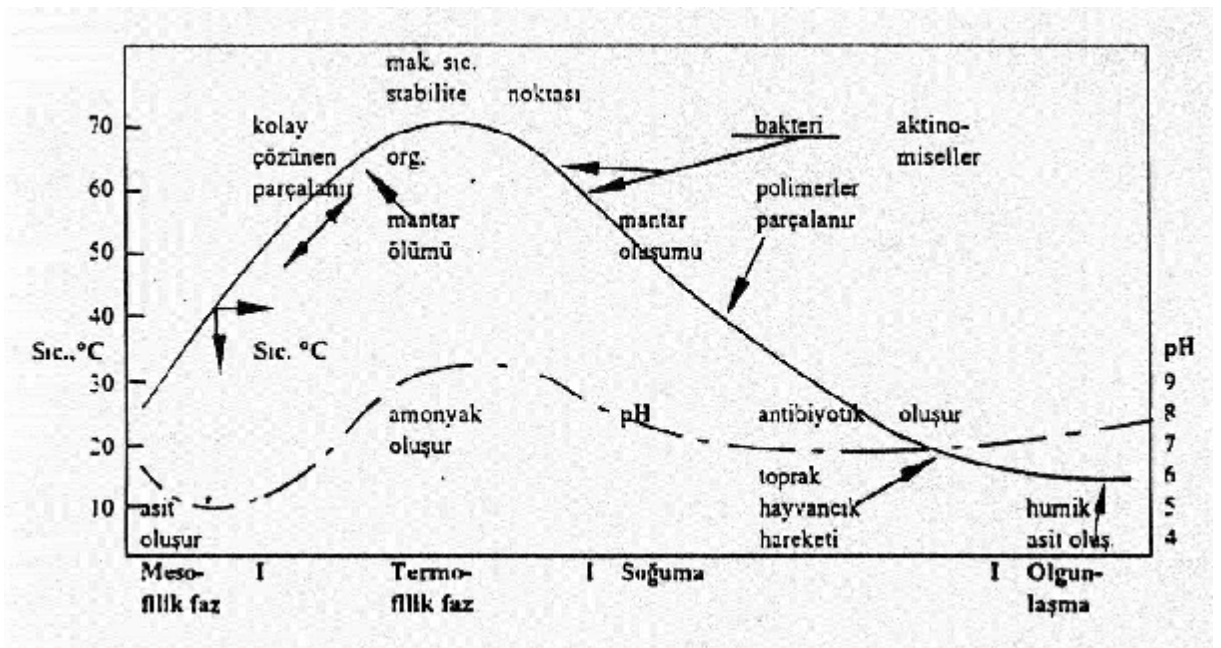
grupları için uygunsuz hale gelirse, mikroorganizma grubu ölür, zayıf hale gelir veya kompost yığınının başka bir kısmına taşınır. Kompost yığınının dönüşüm şartları yığın içerisinde devamlı evrim geçiren ekosistemler oluşturur (Anonim 1995a).

Bakteri, mantar, aktinomisetlerin işbirliği ile bu organik bileşikleri parçalatıp humuslaştırmak en "çevre dostu " yaklaşım tarzı olmaktadır. Oksijenli ortamda kolay ayrılan bileşikler karbondioksit ve suya ayrılmakta ve bu arada ortama ısı verilmektedir. Bu ısı da ortamın sıcaklığını artırmaktadır. Ayrışma sırasında mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri sonucu oluşan antibiyotikler de patojen organizmalara öldürücü etki yapmakta ve onları elimine etmektedir. Ayrıca ortam sıcaklığının 70 °C' ye kadar çıkması da pastörizasyon etkisi yapmaktadır. Ancak mikroorganizmaların rahat faaliyet gösterebilmeleri, yeterince besin maddelerine ulaşabilmeleri, oksijen alabilmeleri için homojen bir dağılımın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu ya dinamik sistemlerde sürekli karıştırmakla olur, ya da statik sistemlerde olduğu gibi zaman zaman aktarmak ve böylece de karışımı gerçekleştirmekle olur (Erdin 1981).

Kompostlama organik katı atıkların biyokimyasal olarak ayrışma işlemi olup, elde edilen ürün toprak ıslahında kullanılır. Bilhassa bahçesi olan evlerde ve tarım ile uğraşan yerleşim yerlerinde, organik nitelikli evsel atıklarla kompost yapılması oldukça kolay bir yöntemdir. Bu arada elde edilecek kompostun bahçe gübresi olarak kullanılabilir olması da olumlu özelliğidir.

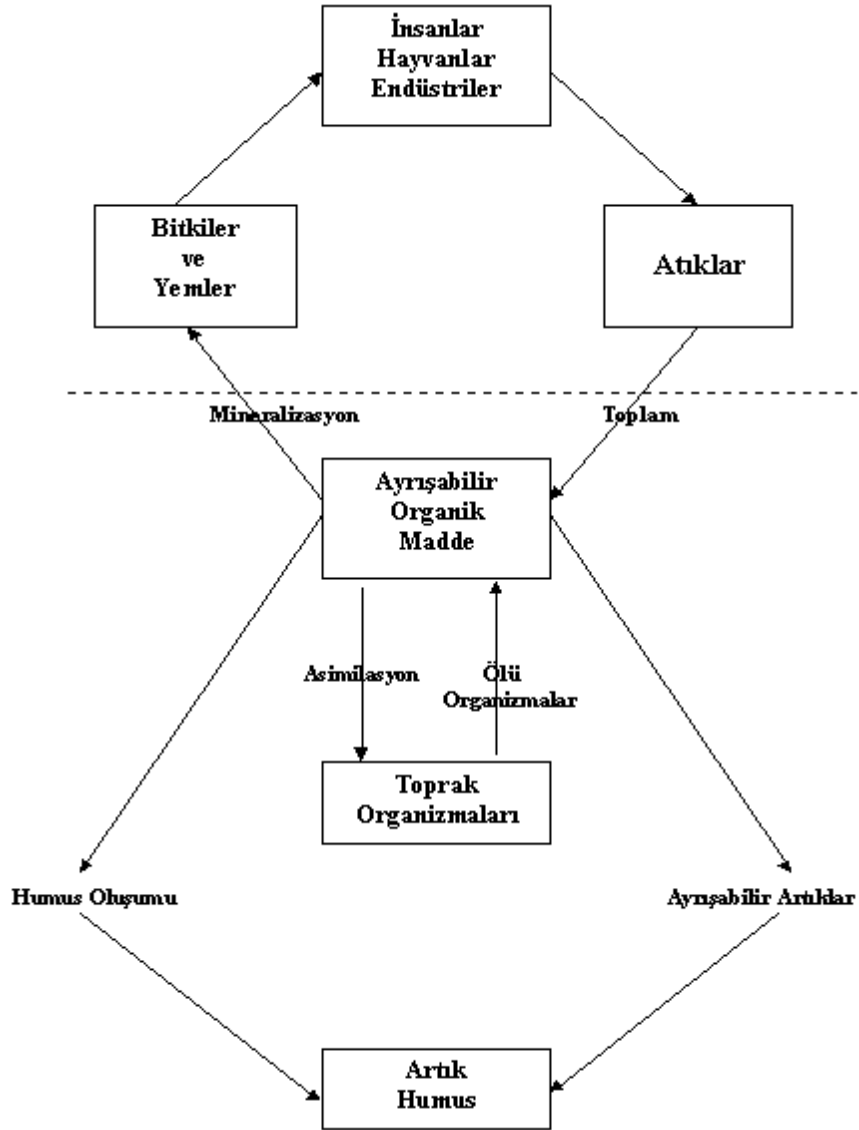


Şekil 3.2. Kompost Oluşum Mekanizması (Biddlestne 1987)



Şekil 3.3. Kompost Oluşumunda Sıcaklık ve pH Değişimi (Biddlestne 1987)

Bu parçalama mekanizması aşağıdaki döngüde daha geniş olarak görülmektedir.



Şekil 3.4. Organik Madde Döngüsü ve Ayrışması (Valdmaa 1973)

### 3.1.3. Kompostlamaya Etki Eden Faktörler

Kompostlamaya etki eden faktörler en genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

**a. Atık Yapısı:** Atığın çıkış yerine ve mevsimlere bağlıdır. Yaz aylarında çıkan atıklar, organik madde bakımından zengin, gevşek yapıda ve kompostlamaya daha uygundur.

**b. Kimyasal Bileşim:** Atık içerisinde, mikrobiyal aktiviteyi etkileyecek zehirli maddeler olmamalıdır. Ham maddenin C/N oranı, 35/1 ve 20/1 arasında olmalıdır.



**c. Ekolojik Faktörler:** Atıkta, mikroorganizma besin maddeleri yeterince bulunmalı, sus oranı % 40-60 arasında olmalı ve kompost yığını iyi havalandırılmalıdır. Atık pH 'ı 6.0-8.0 arasında bulunmalı ve çevre sıcaklığı mikroorganizma gelişmesine uygun olmalıdır.

**d. Ham Maddelerin Mikroflorası:** Başlangıçtaki mikroorganizma sayı ve çeşidinin fazla oluşu, parçalanmayı hızlandırmaktadır.

**e. Ham Maddenin Hazırlanması ve Kompostlama Metotları:** Ham maddenin mekanik olarak parçalanması, şlam v.b. organik madde ilavesi ve uygulanan metot, kompostlamaya etki etmektedir (Glathe ve Farkasdi 1966, Yalvaç 1981).

Kompostlamaya etki eden faktörler kompostlama işlemi üzerinde etkilidirler. Kompostlama işlemi, prosesin verimini, hızını ve kalitesini değiştiren birçok parametreye bağlıdır. Bunlar, C / N oranı, sıcaklık, havalandırma, pH, su muhtevası, zararlı maddeler, dane büyüklüğü ve aşı maddeleri olarak sınıflandırılabilir.

• **Karbon /Azot ( C/N ) Oranı:**

Mikroorganizmalar, gereksinimleri için iki maddeye ihtiyaç duyarlar ; enerjilerini karşılamak üzere Karbon (C) ve çoğalmak için de Azot (N). Çoğunlukla azottan daha çok karbon gerekir. Kompostlaşan bir karışımda besin dengesi C / N oranına bakılarak sağlanır. Kompostlama için optimum değer 25 - 30 arasında değişir.

Azot hariç diğer elementler evsel atıklarda yeteri kadar bulunur. Kağıt, saman ve yaprak çok yüksek bir C / N oranına sahiptir ve evsel katı atıklar azot ilavesini gerektirir. Doğada ideal C / N oranı olan atıklar çabuk ayrışır, olmayanlara ise bu oranı sağlayacak diğer maddelerden katkıda bulunmak gerekir. Böylece olay hızlandırılmış olur.

Endüstri katı atıklarında ise durum biraz daha farklıdır. Bir üretim söz konusu olduğuna göre belirli bir elementin azlığı veya çokluğu söz konusudur. Eğer C / N oranı 30'u geçerse biyolojik aktivite yavaşlar ve prosesin tamamlanabilmesi için daha çok süreye ihtiyaç duyulur. Diğer taraftan tam tersi bir durumda yani azot miktarı fazla ise, başka bir deyişle C / N oranı 25'in altında ise amonyak açığa çıkar ve bu da mikroorganizmalara zarar verir ve koku oluşmasına yol açar.

C / N oranı büyük olan bir organik maddenin toprağa verilmesi ile toprakta bulunan azot miktarı organik maddenin parçalanması için yeterli olmamaktadır. Fakat ayrışma işine katılan mikroorganizmalar, yeni hücre yapımı için ihtiyaçları olan azotu topraktaki kolay çözülen azot bileşiklerini alarak hücrelerini inşa ederler. Tersine olarak C / N oranının küçük olması halinde fazla azot amonyak şeklinde dışarı çıkabilir. Her iki durumda da azot kaybına dolaysı ile toprağın fakirleşmesine yol açacağından istenmeyen bir durum ortaya çıkar.

Russel tarafından yapılan araştırmalarda C / N oranının 35'den büyük olması halinde azot tutulur. C / N oranının 20'den küçük olması halinde de aıĝa çıkar. Bu deĝerler arasında teorik olarak azot deĝerlerinde bir kayıp olmamaktadır. Optimal C / N oranı çeşitli araştırmacılar tarafından farklı olarak verilmiştir. Thomson'a göre bu deĝerler 33 - 17 arasında deĝiřir. C / N oranının 11.6 olması halinde ayrışma işleminin duracaĝı iddia edilmiştir. Bu deĝer ise yaklaşık olarak topraĝın tabii C / N oranına eşitir. C/N oranının 6'nın altına dūřmesi yani ortamdaki C miktarının az olması durumunda amonyak aıĝa çıkararak N kaybı gözlenir.

Kompostlama işlemi veya mikrobiyolojik faaliyet daha yüksek C/N oranında da vuku bulmaktadır. Ortamda azotun az olması nedeni ile hızı çok dūřuktur. Zamanla len mikroorganizmaların azotundan faydalanan canlılar organik maddeleri indirgemektedirler. Böylece zamanla CO<sub>2</sub> ıkışı dolayısı ile C/N oranı dūřmekte ve reaksiyonun hızı da artmaktadır. Fakat bu durum da karbon kaybına yol açmakta ve kompostun gübre deĝerini dūřurmektedir.

Kompostlama için C/N oranının 35'den küçük olması hali genellikle birleşilen bir husustur. Bu da şöyle bir dūřunce tarzından doĝmaktadır: Mikroorganizmaların çeşidine göre hücre özünün C/N deĝeri 4 ila 10 arasındadır. Ortalama olarak 7 alınabilir. Kk canlılar işledikleri karbonun % 20'sini yeni hücre yapımında, yani asimilasyonda, % 80'inin de disimilasyonda kullanırlar. Böylece beslenmeleri için ihtiyaç duydukları C/N deĝeri:

$$7(\% 20) + 28 (\% 80) = 35 / 1 \text{ olarak bulunur.}$$

Dönerli tambur yapılan deneylerde C/N oranının azalması ile intibak süresinin azaldıĝını dolayısı ile de kompostlama süresinin kısıldıĝını tespit etmiştir. Bu oran 10 – 15 arasında olması halinde reaksiyon hemen başlamakta ve kompostlama müddetinin kısılması sebebi bir ekonomi de saĝlanabilmektedir.

Bazı durumlarda, içinde endüstriyel atıklardan ileri gelen zararlı konsantrasyonlarda kirletici içermemesi koşuluyla **arıtma çamuru**, kompostlanacak katı atıkla karıştırılabilir. Bu amurun kullanılması tercih edildiĝi koşullar;

- Havalandırmadan dolayı kaybolan nemin tekrar kazanılması gereken durumlar.
- C/N oranının azot katkısı yoluyla ayarlanması gerektiĝi durumlardır.

Kullanılacak amur miktarının sınırları, karışımın ilk C/N oranına ve çamurun ilk nem miktarına baĝlıdır.

Yetersiz C/N oranının ayarlanması için gerekli azot bileşiklerinin dışında karışık katı atıklardan iyi bir kompost elde etmek için kireç, fosfat veya potasyum tuzları gibi kimyasal maddelerin eklenmesi gerek yoktur. Bununla beraber bitkileri ihtiyaçlara uygun hale getirmek için son komposta kimyasal gübreler eklenebilir.

Genellikle evsel katı atıklarda C/N oranı yyktr ( 30 – 60 ). Bu oranı dūřrmek için katı atıklara tasfiye tesis çamuru katmak uygun olmaktadır.

**Çizelge 3.2. Bazı Kompost Materyallerindeki C / N Oranları**

<b>Yüksek Karbon İçerikli Materyaller</b>	<b>C / N</b>
Yapraklar	30 - 80 : 1
Saman	40 - 100 : 1
Ağaç Kırıntıları ve Talaş	100 - 500 : 1
Karışık Kağıt	150 - 200 : 1
Gazete veya Oluklu Mukavva	560 : 1
<b>Yüksek Nitrojen İçerikli Materyaller</b>	<b>C / N</b>
Sebze Parçaları	15 - 20 : 1
Kahve Artıkları	20 : 1
Çim	15 - 25 : 1
Gübre	5 - 25 : 1

- **Sıcaklık:**

Mikroorganizmalar organik maddelerle beslenirken ısı açığa çıkarırlar. Ortamdaki ısının yükselmesi hem mikroorganizmaların aktivitesinin bir ölçüsü hem de patojen mikroorganizmaları öldürme aracıdır. Patojen bakterilerin sadece çıkan ısı ile değil, metabolizma ürünü bileşikler dolayısıyla da öldükleri tespit edilmiştir. Her mikroorganizma kendisine uygun bir sıcaklıkta yaşayabilir. Kompostlanan kütlede sıcaklık arttıkça ölen mikroorganizmaların yerine yeni duruma adapte olan türler yer alır. Bu da genelde daha hızlı bir ayrışmaya sebep olur. Ne var ki, 55 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kompostlama verimi ve hızı önemli ölçüde düşer. Belirli bir süre devam eden sıcaklık, hastalığa yol açan mikropların ve virüslerin oluşmasını önleyerek, iyi kalitede bir kompost açığa çıkmasına sebep olur.

Ortamın erişebileceği maksimum sıcaklığın canlılar ile alakası yoktur. Bu durum ortamdaki besin maddesi miktarı ile ilişkilidir. Başlangıçta fazla miktarda bulunan organizma sadece reaksiyon hızını arttırmakta, maksimum sıcaklığa tesiri olmamaktadır.

- **Havalandırma:**

Ayrışma işleminin koku sorunu oluşturmadan olması ve devam etmesi için sürekli olarak kompostlamada, aerobik şartların sağlanması için ortamda yeteri kadar O<sub>2</sub> bulunmalıdır. Aerobik kompostlama için gerekli mikroorganizmalar, yaşayabilmek için oksijene ihtiyaç duyarlar. Organizmalara difüzyon yoluyla ulaşan oksijen genellikle havadan temin edilir. Kompostlama, uygun nem içeren statik çöp yığınlarında gerçekleşebilir.

Kompostlama, eğer yığın döndürülür veya karıştırılırsa daha hızlı seyreder ve havanın, kütlede içine doğru üflenmesi ya da kütlede içinden emilmesi sağlandığında daha hızlı bir şekilde gerçekleşir. Nem içeriği çok yüksek yığın sıkıştırılmışsa veya aktif çamurdaki aktif bakteri sayısı çok fazlaysa, oksijen yığına giriş hızından daha hızlı bir şekilde tüketilir ve anaerobik organizmalar üremeye başlar. Anaerobik bozulma sonucunda aynı tip ürünler açığa çıkar. Ancak bu işlem çok daha yavaştır ve rahatsız

edici kokular ortaya çıkar. Ayrıca daha yavaş olan anaerobik proses, ürün dezenfeksiyonu için veya yabancı ot tohumlarını öldürmek için yeterli ısıyı üretmez ve ürün bitkiler tarafından daha az tolere edilebilir bir durumda olur. Kompost sistemlerin çoğunda muhtemel amaerobik bölgeler bulunur, ancak bunlar aerobik bölgelerle çevrelendiği sürece, üretilen kokular, dışarıya çıkmadan yok edilir.

Diğer taraftan, fazla hava verilmesi de materyal boşluklarındaki sıcak havayı alarak kütlenin soğumasına sebep olmaktadır. Bu durumlara engel olabilmek için ortama optimal miktarlarda hava vermek gereklidir. Kompostlaştırılacak materyalin kg kuru için  $O_2$  tüketimi 1.14 – 1.71 L  $O_2$  / kg KM saattir. Bu oksijen tüketim hızı ya da miktarı ilk fazdadır daha sonra bu miktar 5.6 – 8.5 L hava / kg kuru madde saat mertebesine yükselir.

#### • pH:

Mikroorganizmalar ortamın pH'den etkilenmektedir. Mikroorganizmaların yaşadıkları belli bir pH bölgesi vardır. Bunlar arasında kompost işleminde de rol alan küf mantarları en geniş pH bölgesini işgal ederler ( 1 – 10 arasında ). Genel olarak bakterilerin optimal pH bölgesini işgal ederler. Genel olarak bakterilerin optimal pH ortamının 6 – 8 arasında olduğu söylenebilir. Buna karşılık mantarlar asidik ortamı tercih etmektedirler. pH, yani hidrojen iyonu konsantrasyonunun mikroorganizmaların yaşamına etkisi, çıkardıkları enzimler dolayısıyladır.

Kompostlama işleminde başlangıçta herhangi bir katkı maddesi olmadığı takdirde normal evsel katı atıklarda pH 7 civarındadır, yani nötrdür. Ortam ısınmaya başlayınca artan kükürdün bakterilerin salgıladığı organik asitlerle pH değeri 4 - 5'e düşmektedir. Sıcaklığın yüksek değerlere erişmesi halinde bu bakteri çeşidi hayatını devam ettirmemekte ve daha sonra organik asitlerin termofilik fazda tüketilmesi ile ortamın pH değeri tekrar 8,5'e kadar yükselmektedir. Tamamlanmış kompostun asitli topraklar üzerinde ayrıca bir alkalileştirme özelliği vardır.

#### • Su Muhtevası:

Bütün biyolojik olaylarda olduğu gibi kompostlama işleminde de suyun önemi büyüktür. Nem, komposttaki mikroorganizmaların büyümesi ve çoğalması için gereklidir. Biyokimyasal işlemi sağlayan mikroorganizmaların bileşiminin % 80'i sudur. Besinlerini suda çözülmüş olarak alabilirler. Bundan dolayı da ortamın su filmiyle çevrilmiş olması gereklidir. Su muhtevasının % 30'un altına düşmesi halinde işlemin tamamen duracağı iddia edilmekle beraber yapılan deneylerde bu miktar % 25'e kadar düşmüş olmasına rağmen, ısı çıkışının devam ettiği tespit edilmiştir. Ölçü olarak sadece başlangıçtaki su muhtevası dikkate alınmamalıdır.

Nem içeriği için alt aralık ağırlığı olarak yaklaşık % 30 – 40 kadardır. Üst aralık ise gözeneklerin, oksijenin mikroorganizmalara ulaşmasını sağlayacak şekilde açık tutulmasıyla belirlenir. Buna da sistemlerin çoğunda % 60 nem oranıyla ulaşılır. Hızlı bir şekilde karıştırılan tankta % 95 nem içeriğine sahip bir karışım yine de yaş bir kompost meydana getirir, ancak bu işlem daha çok termofilik aerobik stabilizasyon olarak adlandırılır.

Kompost içindeki su ve hava miktarı birbirine ters tesir etmektedir. Su miktarının fazla olması halinde su bütün boşlukları doldurduğundan, ortamda hava cereyanına engel olmaktadır. Neticede de şartlar anaerob ayrışmaya dönüşebilmektedir.

Optimal su muhtevası katı atığın bileşimi ve yapısı ile yakından alakalıdır. İri parçalı, su emici ve samana benzer kısımları fazla materyalde bu değer daha yüksek (% 85-90), kağıt, sebze, kül gibi toprağımsı kısımları çok olan katı atıklarda ise daha küçük tutmak gerekir.

• **Zararlı Maddeler:**

Evsel katı atıklar, bileşimlerinde içerdikleri maddelerin heterojenliğinden dolayı Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Cr gibi ağır metalleri bünyelerinde taşımaktadırlar.

Katı atıkların bileşiminde bulunan her bir madde grubunun içerdiği ağır metal oranları Çizelge 3.3. 'de verilmiştir.

**Çizelge 3.3. Katı Atık Madde Gruplarının İçerdiği Ağır Metal Oranları**  
(Koçak 1998)

Ağır Metaller	(mg / kg) Kuru Madde
Cd	10
Pb	600
Cr	100
Cu	550
Hg	0.40
Zn	600

Ham çöpün içerdiği bazı ağır metal oranları aşağıda Çizelge3.4. 'de verilmiştir.

**Çizelge 3.4. Ham Çöpün İçerdiği Bazı Ağır Metal Oranları** (Koçak 1998)

Madde Grubu	Ağır Metal Miktarı (mg / kg kuru madde)				
	Cd	Cr	Hg	Pb	Zn
Organik atıklar	0,3	4,7	0,08	12,7	174
Kağıt Karton	0,23	7	0,09	26,7	185
Plastik	0,76	21	0,06	103	65,9
İnce Çöp < 8mm	1,2	13	0,07	138	58,8
Metal	14,2	178	0,09	3253	3401
Cam	-	342	-	-	-
Tekstil	0,4	3,6	0,3	6,3	152
Lastik, Deri	11	1175	0,29	391	4645

Evsel katı atıklardan oluşan kompostlardaki ağır ağır metal kaynakları incelenecek olursa pil ve bataryalarda Pb, Ni, Cd, Hg, Zn ve Cu'nun; farklı baskı mürekkeplerinde, boya ve verniklerde Cr, Cd, Pb, Ni ve Zn'nin; kağıt, tekstil ve kauçuk ürünlerinde Ba,

Cr ve Sb'nin; tuvalet artıkları ile bazı tıbbi atıklar da Hg, Zn, Cr ve Ag' in; özellikle korozyona uğramış galvanizli metallerde de Zn, Cd, Cu, Pb, Sn gibi ağır metallerin varlığı saptanacaktır.

Ağır metallerin, mikroorganizmalara olan toksisiteleri mikrobiyolojik ve ortamsal faktörlerin etkisi altındadır. Ağır metallerin organik maddelere bağlanması, çökmesi, kompleksleşmesi ve iyonik etkiler metallerin toksisitesini etkileyen faktörlerdir.

Mikroorganizmaların ağır metallere karşı bir dizi tolerans mekanizmaları olduğu ve detoksifikasyonun bazı özelliklerine sahip oldukları yapılan laboratuvar ve analiz çalışmaları ile saptanmıştır.

Ağır metallerin çoğu iz element olarak büyüme için belli konsantrasyonlara kadar mikroorganizmalar için gerekli ise de, aşırı miktarlarının hücredeki protein moleküllerini denatüre etmeleri sonucu hücreler üzerinde geniş toksik etkileri bulunmaktadır.

Kompostta ağır metal miktarı arttıkça sıcaklık düşer. Sıcaklık düşüşleri; mikroorganizmaların metabolik faaliyetlerinin yavaşladığını, hatta bazılarının öldüklerini göstermektedir. Çünkü komposttaki sıcaklık mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu yükselmekte, belli konsantrasyonlardaki ağır metalleri mikroorganizmalara olan toksisiteleri sıcaklık düşüşlerine neden olmaktadır. Bu durum organik ayrışmanın dolayısı ile kompostlaşımın kısıtlanmasına diğer bir deyişle organik maddenin ayrışma hızının düşmesine ve ayrışmanın süresinin uzamasına neden olmaktadır. Ayrıca bu durum kompostta hijyenik koşulların sağlanmasını önlemektedir.

#### • Dane Büyüklüğü:

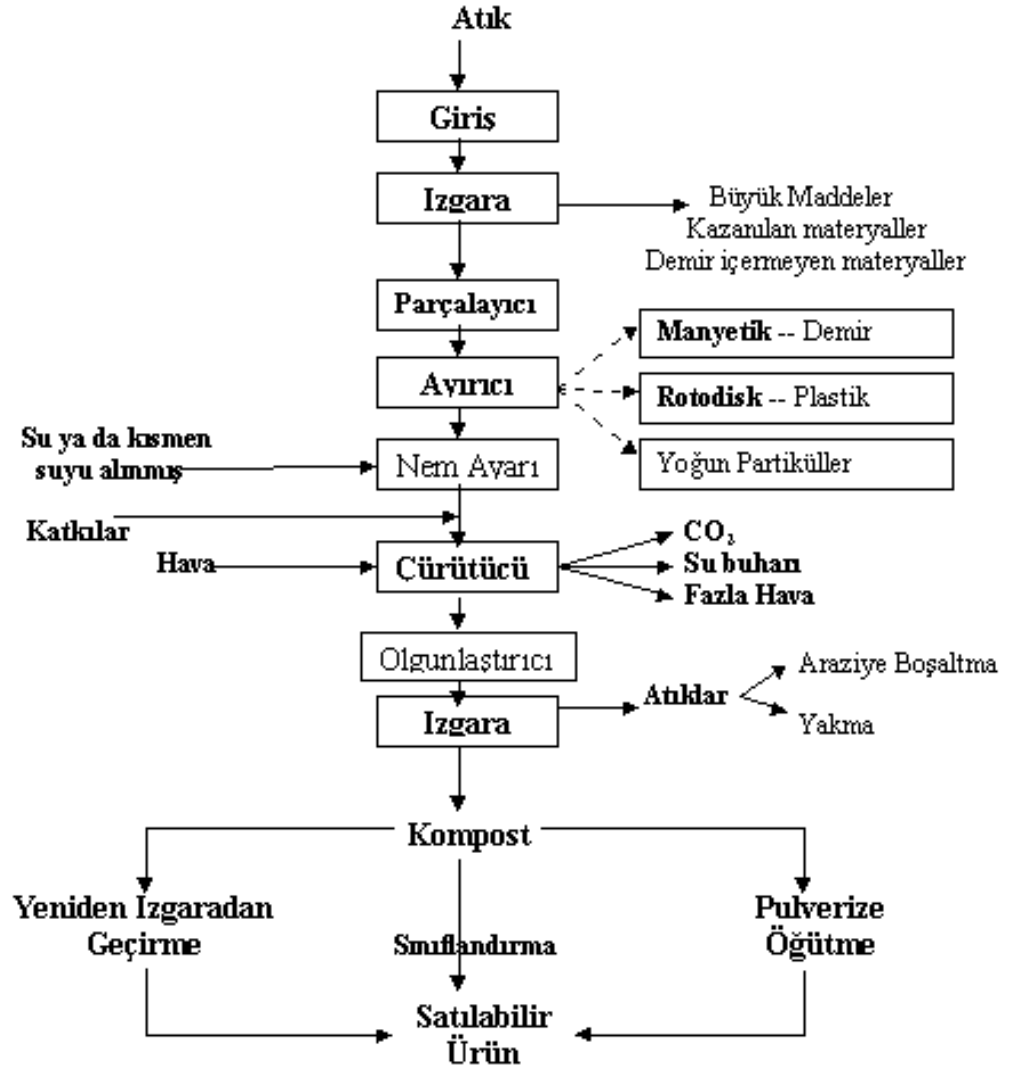
Katı atıkları parçalamadaki maksat mikroorganizmalar için mümkün olduğu kadar fazla faaliyet imkanı sağlamaktadır. Böylece reaksiyonun süresi kısaltılabilir. Bilhassa açık kompostlama metotlarında hava girişini önlemeyecek şekilde su miktarını çok iyi ayarlamak gerekir.

Katı atıkların öğütülmesi kapalı kompost metotlarında müspet neticeler vermiştir. Mesela çürütme kulesinde 24 saatte maksimum sıcaklığa erişilmektedir. Açık kompostlamada materyalin devamlı karıştırılması mümkün olmadığından ortamın iyi havalanmaması nedeni ile reaksiyon anaeroba dönüşebilir. Bilhassa çamurla işletilen tesislerde ekonomik olmadığı yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Zira katı artığın incelik derecesi ne kadar küçükse, o derecede çamurdan su almak gereklidir. Aksi takdirde havalandırmada zorluklarla karşılaşılabilir.

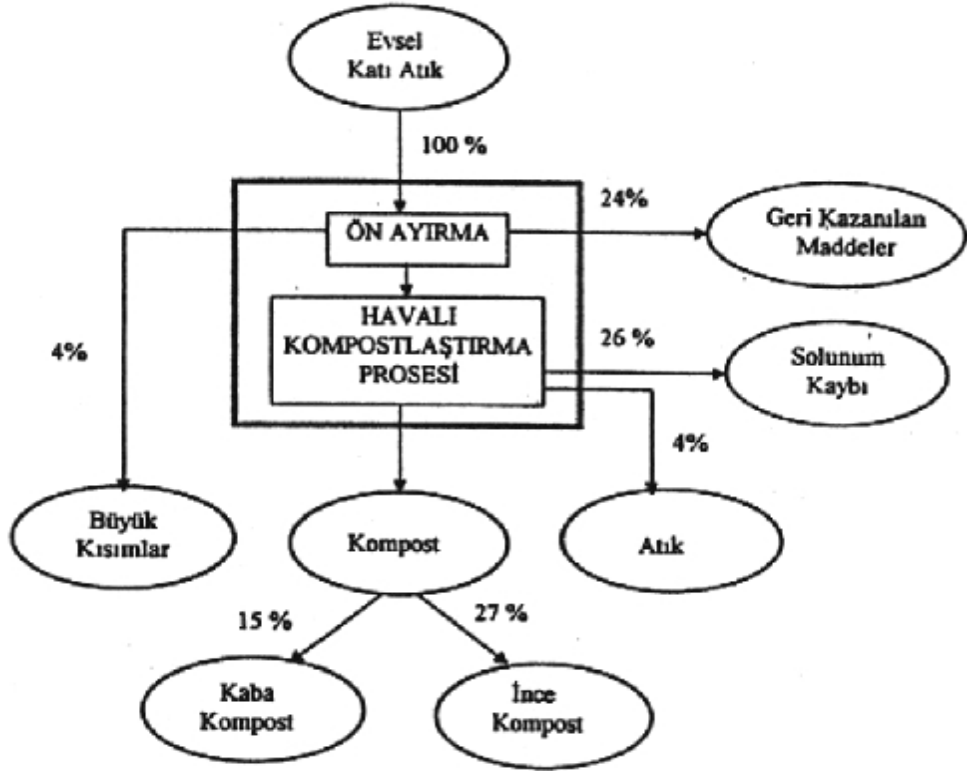
#### • Aşı Maddesi:

Gerekli mikroorganizma türlerinin atığın içinde daha önceden bulunmasından ve yerel koşullara kolay adapte olabilmelerinden dolayı, kompostlamanın başlatılması için mikroorganizma kültürleri eklemenin gereği ve herhangi bir avantajı yoktur.

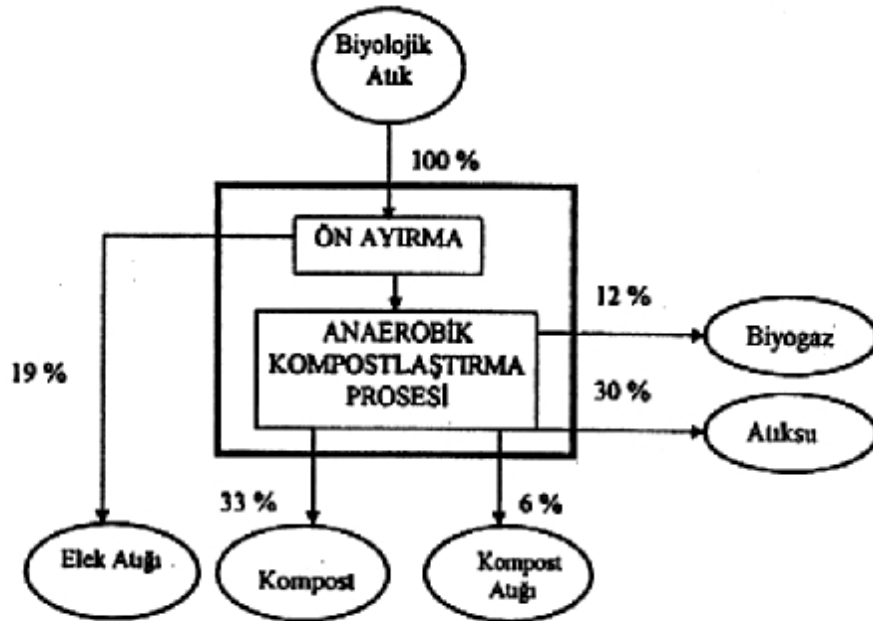
### 3.1.4. Tipik Bir Kompostlama Akım Şeması



Şekil 3.5. Tipik Bir Kompostlama Akım Şeması



Şekil 3.6. Bir Aerobik Kompostlama Tesisi İçin Kütle Dengesi (Demir ve ark. 1999)



Şekil 3.7. Bir Anaerobik Kompost Tesisi İçin Kütle Dengesi (Demir ve ark. 1999)



### 3.1.5. Arıtma Çamurlarının Kompostlamadaki Etkisi

Bugün ki gelişmişlik düzeyinde henüz bir sorun oluşturmayan ve hatta üretimi çok az olan atıksu arıtma çamurları ileride arıtma tesislerinin yaygınlaşması ile mutlaka ciddi sorunlar getirecektir. Arıtma çamurlarının yalnız başına tarımsal alanlarda kullanılması sakıncalı olabilmektedir (Tokgöz ve ark. 1997).

Arıtma tesisi çamurları yüksek oranda su içerdiklerinden tek başlarına kompostlaştırılmaları sorun olmaktadır. Kompostlaştırılacak materyalin ortamdaki toplam gözenek hacmi ve hava hacmi kompostlama işleminin hızına etki eder. Bu bakımdan arıtma çamurunun fiziki yapısını ve özelliklerini iyileştirici, gözenekliliğini artırıcı bir yapı malzemesinin ilavesi gereklidir. Bunun için bertarafı sorun olan saman, odun kabuğu, rende talaşı ve hızar talaşı gibi homojen atık gruplarından biri veya heterojen yapıdaki evsel çöp ile esnaf çöpi kullanılabilir (Erdin 1992).

- **Kompostlaşmış Çamur:** Kompostlaşmış çamurun rengi koyu kahve ile siyah arasındadır. Fakat kompostlama işlemi sırasında eski kompost ve odun talaşı kullanılmışsa rengi değişebilir. İyi kompostlaşmış çamurun kokusu rahatsız edici değildir. Bahçe tipi toprak iyileştiricisi olarak ticari amaçla kullanılabilir (Filibeli 1998).

- **Arıtma Çamuru:** Atıksu arıtımı sonucu oluşan sıvı ya da katı halde, kokulu; uygulanan arıtma işlemine bağlı olarak ağırlıkça % 0.25 ila % 12 katı madde içeren atıklar arıtma çamuru olarak isimlendirilir. Arıtma ile giderilen maddelere bağlı olarak büyük hacimlerde çamur oluşumunun yanı sıra, çamurun işlenmesi ve bertarafı konusu atıksu arıtımı ile uğraşan mühendisin karşılaştığı en kompleks problemlerden biridir. Çamur problemi komplekstir, çünkü ;

- Arıtılmamış atıksu içerisinde önemli miktarda bulunan ve ona kokulu karakterini veren maddeleri içerir.
- Biyolojik arıtmada oluşan ve uzaklaştırılması gereken çamur, ham atıksu içerisindeki organik maddelerin bileşimi halinde fakat başka bir yapıda, bozunma ve kokuşma eğilimindedir.
- Çamurun sadece küçük bir kısmı katı madde, önemli bir kısmı sudur. Bu nedenle büyük hacimler işgal eder.

Arıtma tipine ve amacına göre arıtma çamurlarının cinsleri farklılık gösterir. Çökebilen katı maddelerin oluşturduğu **Ön çökeltim Çamurları**, kimyasal arıtma ve koagülasyon sonucu oluşan **kimyasal çamurlar**, biyolojik arıtma işlemleri sonucu oluşan **biyolojik çamurlar** ve **içme suyu arıtma işlemleri sonucu oluşan çamurlar** gibi (Filibeli 1998).

- **Biyolojik Çamurlar:** İkincil arıtma prosesinde esas, çözülebilir nitelikteki organik maddelerin biyokimyasal oksidasyonu, yani BOİ giderimidir. BOİ, biyokimyasal yollarla giderilir fakat fiziksel ve kimyasal arıtma işlemleri de bu amaç için kullanılabilir. En yaygın kullanılan ikincil arıtma tesisleri **Aktif Çamur Sistemleridir**.

Aktif Çamur Sistemi'nde oluşan mikroorganizma miktarı sistem için gerekli olan miktarı aşarsa, bu durumda fazla katı maddelerin sistemden atılması gerekir. Bu atık biyolojik materyal, **Atık Aktif Çamur** olarak bilinir.

Yaygın olarak kullanılan bir diğer biyolojik arıtma yöntemi de **Damlatmalı Filtrelerdir**. Damlatmalı Filtrelerde filtre yataklarından kopan katı partiküller Son Çökeltim Havuzunda, arıtılmış sudan ayrılır. Bu çamur **Filtre Humusu** olarak bilinir ve miktarı azdır.

Filtre humusu ve atık aktif çamur genellikle ham çökeltim çamuru ile karıştırılır ve anaerobik çürütücülerde çürütülür. Sonuç materyal **Karışık Çürük Çamur** olarak isimlendirilir (Filibeli 1998).

### **Biyolojik Çamurların Katı Atıklarla Birlikte Kompostlanması:**

Endüstriyel ve şehir arıtma tesisleri çamurları katı atıklarının bertaraf sorunu gün geçtikçe daha da büyümektedir. Atıksu biyolojik çamurlarının stabilizasyonu ve bertaraf edilmesinde, yaklaşık olarak 1970'lerin ortalarından bu yana kompostlama prosesi mal oluş, verim ve çevresel getirileri açısından artan bir ilgiye maruz kalmaktadır (Burton ve Tchobanoglous 1991).

Biyolojik çamurlar genellikle kuru madde bazında % 50-60 organik madde, % 4-7 azot, % 2-3 fosfat ( $P_2O_5$ ), potasyum ve diğer mineralleri içermektedir. Gıda endüstrisi atıklarının arıtılması sonucu oluşan çamur, polielektrolit yardımı ile filtrelenerek su oranı % 75-80'lere düşürülebilmektedir. (Tolay ve ark. 1999)

İyi çürütülmüş olsalar bile, atıksu arıtma çamurlarının doğrudan tarımsal amaçlı kullanımı veya arazide bertaraf edilmeleri uygun değildir. Zira kentsel atıksuyun enfeksiyöz özelliği gereği, çamurları da çok sayıda patojen bakteriler, virüsler ve parazitler içerirler. Çürütülmüş ve kum yataklarında kurutulmuş çamurlarda dahi, halen bir miktar patojenik organizma ve / veya kimyasal toksinler bulunur. Doğrudan arazide kullanılan çamur, yağmur suyu ile yüzeysel olarak veya yeraltına yıkanabilir, o zaman hastalık mikropları da yayılmış olur (Anonim 1995b, Tchobanoglous ve Burton 1991).

Susuzlaştırılmış arıtma çamurlarını katı atıklarla birlikte kompostlamak mümkündür. Özellikle arıtma tesisi olan kentlerde oluşan arıtma çamurlarının bertarafında genellikle bu yönteme başvurulmaktadır. Giessen - Baden Baden araştırma grubu bu şekilde kompostlaştırılarak elde edilen ürünlerin hijyenik açıdan sakıncası olup olmadığı konusunda çalışmışlar ve değerlendirmişlerdir. Deneylerde ortama birçok hastalığın mikropları (paratifo bakterileri, şarbon basilleri, dizanteri basilleri vb.) verilmiş ve bütün bu patojen mikroorganizmaların öldüğü saptanmıştır. Çok dayanıklı şarbon basilleri bile inaktif duruma gelmiştir. Materyalin su içeriğinin % 40-60 olması halinde sıcaklığın üç hafta boyunca  $55^{\circ}C$ ' nin üzerinde kaldığı gözlenmiştir. Burada da termik dezenfeksiyonun yanısıra, oluşan antibiyotiklerle biyolojik dezenfeksiyonunda etkisini gösterdiği bir gerçektir (Strauch ve Glathe 1961, Strauch 1964).

Bütün araştırmalarda arıtma çamurunun ilavesi ile mikroorganizma aktivitesinin fazla arttığı görülmektedir. Bunun sonucu olarakta katı atıkların yalnız başına kompostlaşmasına nazaran, çok miktarda antibiyotik oluşmaktadır. Havalandırma

yöntemi ile elde edilen kompost tarımsal olarak çeşitli maksatlarla kullanılabilir. İyi bir kompostlama işlemi sonucu arazide örtü toprağı veya toprak şartlandırıcısı olarak kullanıldığı gibi, seracılıkta ve bahçecilikte çevre problemi yaratmadan ve hiçbir hijyenik sakıncası olmadan kullanılabilmektedir (Erdin 1978, Tolay ve ark. 1999).

### 3.2. Kompostlamanın Yararları

Kompostlama, organik maddenin, ayrışma sonucu, toprak benzeri bir maddeye (kompost) dönüşmesi prosesidir. Bu madde temel toprak zenginleştirici olarak kullanılır, toprağın yapısını, havalanma ve su tutma kapasitesini düzeltir.

İyi ayrılmış, olgun kompost sürekli olarak humus maddesi, karbon, azot, fosfor, potasyum ve çok sayıda iz element kaynağıdır. Olgun kompost ile mikroorganizmaların sürekli ve uyumlu bir şekilde topraktaki mikro ekosistemde faaliyet göstermeleri sonucunda sanki bitkilere sürekli bir besin maddesi akışı sağlanır. Böylece toprak verimliliğine süreklilik getirerek çok önemli katkısını gerçekleştirir (Erdin 1981).

Kompost ile ticari gübre birbirinin alternatifi değil tamamlayıcıdır. Biri tek başına tüm yeterli besin maddelerini içermeyeceği , bulunduramayacağı gibi, diğeri de tek başına tüm organik maddeyi içermeyebilir ve toprağın o ihtiyacını karşılayamaz . Kompost ve suni gübre bir bütünün iki parçasıdır (Erdin 1981).

### Kompost Ürünü İle Gübre Arasında Farklar:

Kompost, gübre değildir. Gübre toprağa bitkilerin gelişmesi için gerekli besin maddesi kazandırırken kompost, toprağın (zeminin) yapısal düzenini sağlar. Ancak kompost içerisine belli oranlarda Azot, Fosfor, Potasyum (N, P, K) ilavesi ile üstün kalitede gübre eldesi mümkün olabilmektedir. Elde edilen bu gübrenin tarım alanlarına yararı tüm yapay gübrelerden daha fazladır. Ayrıca ham maddesinin doğal nitelik taşıması nedeni ile tarımsal alanlarda üretilen ürünlerde yapay tat sorunu ortadan kalkar.

### Kompostun Besin Maddesi Değeri :

Çöp kompostu ile çiftlik kompostunu besin maddesi değeri açısından aşağıdaki gibi karşılaştırmak, genelde mümkündür.

### Çizelge 3.5. Çöp Kompostu İle Çiftlik Kompostunun Karşılaştırılması

Maddeler	Çöp Kompostu	Çiftlik Kompostu
Organik madde	% 33 ağırlık yüzd.	% 60 ağırlık yüzd.
Karbon	% 18	% 35
Azot	% 0.8	% 2.8
Fosfor	% 0.9	% 2.2
Potasyum	% 0.6	% 2.6
Kalsiyum	% 7.3	% 3.1

### **Kompost Etkisi:**

İyi ayrılmış , olgun kompost sürekli olarak humus maddesi , karbon, azot, fosfor, potasyum ve çok sayıda iz element kaynağıdır. Olgun kompost ile mikroorganizmaların sürekli ve uyumlu bir şekilde topraktaki mikro ekosistemde faaliyet göstermeleri sonucunda sanki bitkilere sürekli bir besin maddesi akışı sağlanır. Böylece de toprak verimliliğine süreklilik getirerek çok önemli katkısını gerçekleştirir. Kompost ile ticari gübre birbirinin alternatifi değil tamamlayıcısıdır. Biri tek başına tüm yeterli besin maddelerini içermeyeceği , bulunduramayacağı gibi, diğeri de tek başına tüm organik maddeyi içeremez ve toprağın o ihtiyacını karşılayamaz . Kompost ve suni gübre bir bütünün iki parçasıdır.

### **Kompostun Sahip Olması Gereken Özellikler:**

Katı atıkların kontrolü yönetmeliğinde kompostun tarımda kullanılabilmesi için kompostun hijyenik yönden kusursuz olması, insan ve tüm canlı sağlığını tehdit etmemesi şartı yanında kompostun organik madde içeriğinin kuru maddenin minimum 0% 30'u su muhtevasının en fazla % 50 olması, içindeki kompost olmamış madde miktarının ağırlıkça % 2'yi aşmaması şartları da vardır (Erdin 1981).

Kompostlama için gerekli süre, uygulanan işlemlere ve çevresel etkenlere bağlıdır. Kompostlamayı sadece ekonomik değer taşıyan bir katı atık bertaraf etme metodu olarak değil, bunun yanında araziye gömülmesi gereken çöpleri yaklaşık 2/3 oranında azaltan bir usul olarak görmek gerekir.

Kompostlama, organik maddenin, ayrışma sonucu, toprak benzeri bir maddeye (kompost) dönüşmesi prosesidir. Bu madde temel toprak zenginleştirici olarak kullanılır, toprağın yapısını, havalanma ve su tutma kapasitesini düzeltir.

Kompostlama uygulanan yöntemle bağlı olarak yavaş veya hızlı olarak gelişen dinamik bir prosesdir. Bunlardan hızlı veya aktif kompostlama diye tariflenen sistemde işlem, 2-6 hafta içerisinde tamamlanabilmektedir. Dikkat edilmesi gereken üç önemli nokta, havalandırma, nem oranı ve C/N oranıdır.

Katı atık bertarafında kompostlamanın seçiminde rol oynayan önemli bir etken de, üretilecek olan kompostun pazarlanabilirliğidir. Bu özellik kompostun sahip olacağı kaliteye bağlıdır. Kompostlamada seçilecek yöntem kompost kalitesi üzerinde etkili olmaktadır. Biyolojik katı atıkların kompostlaması işleminde halihazırda uygulanan yöntemlerin tümünde bazı ortak öğeler yer almaktadır.

Kompost şu özelliklere sahip olmalıdır:

- Kompostun, hijyenik yönden kusursuz olması, insan ve tüm canlı sağlığını tehdit etmemesi gerekir.
- Karbon/Azot oranının 35'den daha büyük olması halinde kompost reaksiyonunun optimum şartlarda cereyan edebilmesi için kompost tesisinde azot beslemesi yapılmalıdır.
- Organik madde muhtevası kuru maddenin en az % 35 oranında alması gerekir.

- Piyasaya sürülen kompostun su muhtevasının % 50'yi geçmemesi gerekir.
- Piyasaya sürülen kompost içinde cam, cüruf, metal, plastik, deri gibi maddelerin toplam ağırlığının % 2'sini geçmemesi gerekir.

Yerleşim yeri artıklarından elde edilen kompostların incelenmesi özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi gereklidir. Çok sık değişen bir yapıya ve bileşime sahip olan kompostların iyi incelenmesi ve karakterize edilmesi gerekir. Bunun için kullanılan yöntemler ne kadar üniform olursa o kadar iyi olur. Numune alma esaslarına uygun olarak alınan kompostlar 4 mm elekten geçirilir, elekten geçeni analiz için alınır. Çeşitli analiz amacına göre 0,25 mm'ye kadar küçültülür ve tamamlanmış kompostun özelliklerinin belirlenmesi amacıyla aşağıda sıralanan yöntemlere göre analizlenir:

- Kimyasal ve bitki fizyolojisi yöntemleri
- Fiziksel yöntemler
- Biyolojik yöntemler

#### **Fiziksel ve Kimyasal Analizler :**

**pH Değerinin Saptanması :** Genellikle çöp kompostlarında pH değerleri 7.0 ve >7.0 bulunmuştur. Bu durum ise topraklar için çok önemlidir. Kompost uygulaması sonunda toprak pH'ını alkalik sahaya kaydırılması çeşitli ürünlerde verim düşmesine neden olabilir. Buna karşı asidik topraklar için iyi gelebilir.

**Makro Besin Elementleri Tayini :** NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaCO<sub>3</sub> ve MgCO<sub>3</sub> tayini tuz asidi ekstraksiyonunda yapılmaktadır.

**Mikro Besin Elementleri veya İz Elementleri Tayini :** Mn, B, Cu, Mo, Zn, v.b. ve sanayi atıksularının arıtılmasından elde edilen arıtma çamurunda kompostlamada kullanılması halinde Cr, Pb, Hg, As gibi ağır metallerinde tayini gerekir.

Toprakta, kompostta veya gübrede bulunan makro ve mikro besin maddelerinin varlığından ziyade, onların fizyolojik çözücülüğü ve bitki tarafından alınabilirliği çok önemlidir. K<sub>2</sub>O'nunda tamamı bitki fizyolojisi açısından önem taşımaktadır. CaCO<sub>3</sub>'ün fazla olması kireç zararlarına yol açmaktadır.

**Organik Maddelerin Tayini :** Organik maddenin değerlendirilmesinde etkili organik madde (E.O.M ) miktarının bilinmesi çok önemlidir. E.O.M. iki gruba ayrılır:

- **Besin Humusu:** Mikroorganizmalar için besin maddesi ve enerji kaynağı oluşturmakta, mikroorganizmaları toprakta teşvik etmekte, dolaylı olarak da toprakta N ve P rezervlerinin oluşmasına, antibiyotik ve enzimlerin oluşmasına, toprağa dane yapısı vermeye yardımcı olmaktadır.
- **Devamlı Humus veya Dayanıklı Humus:** Biyolojik ayrışmaya karşı çok dayanıklıdır. Toprağın su tutma özelliğini artırır, toprağın tamponlama kapasitesini artırır, besin maddelerinin depo edilmesini sağlar, kil-humus komplekslerinin oluşmasını sağlar, toprağı bağlar ve erozyon olayını asgariye indirir.

Kompostun en önemli kriterlerinden biri de onun N değeridir. Bilhassa C/N oranı, bu değer oluşması için total organik madde miktarından çok (Ct) , etkili karbon miktarı (Cw) değeri daha önemlidir.

$Cw = E.O.M. / 1,724$  eşitliğinden bulunur.

**Biyolojik Analizler:** Bunlar mikrobiyolojik yöntemlerdir.

- Amonifikasyon yeteneği
- Nitrifikasyon yeteneği
- Solunum yeteneği
- Test Metotları yeteneği
- Saksı ve tarla denemeleri

### **Kompost Karakteristikleri:**

Biyolojik ayrışma düzeyine ve son duruma bağlı olarak kompost 4 sınıfa ayrılabilir:

**a. Ham Kompost :** Kompostlama için mekanik olarak işleminden geçen fakat dezenfeksiyon veya çürümeye uğramayan çöp kapsamındadır.

**b. Taze Kompost :** Biyolojik ayrışma ve dezenfeksiyonun ilk aşamalarındaki kompost materyalleri kısmına girer.

**c. Olgun Kompost :** Tamamen kompostlanmış ve dezenfeksiyona uğramış kompostlama ürünüdür.

**d. Özel Kompost :** Eleme, balistik ayırma veya hava ile sınıflandırma, minerallerin eklenmesi veya her ikisi ile birden işlem görmüş komposttur.

Olgunlaşmış ve olgunlaşmamış kompostlarda rastlanan özellikler şunlardır.

#### **Olgun Kompostlarda**

- Azot nitrat olarak bulunur.
- Kükürt sülfat olarak bulunur.
- Oksijen gereksinimi azdır.
- Çürüme tehlikesi yoktur.
- İz besin elementleri tespit edilmiştir, bitki alabilir.
- Fazla miktarda vitamin ve antibiyotikler vardır.
- Toprakta konaklayan bakteri, mantar ve küçük hayvan sayısı fazladır. (Devamlı Humus Konukçuları)
- Genellikle devamlı humus vardır.
- Su tutma özelliği fazladır.
- Kil-Humus kompleksi vardır.

#### **Olgunlaşmamış Kompostlarda**

- Azot amonyum olarak bulunur.
- Kükürt kısmen sülfat olarak bulunur.
- Oksijen gereksinimi fazladır.
- Çürüme tehlikesi vardır.
- İz besin elementleri tespit edilmemiştir, yıkanabilir.
- Az miktarda vitamin ve antibiyotikler vardır.
- Organik madde ayrıştıran bakteriler ve mantarlar fazladır. (Besin humusu konukçuları)
- Genellikle besin humusu vardır.
- Su tutma özelliği azdır.
- Kil-Humus kompleksi yoktur.

### Kompostun Kullanım Alanları:

Kompostlama ile sağlık açısından sakıncası bulunmayan çok iyi nitelikli, toprak düzeltici bir madde elde edebiliriz. Çünkü kompost toprağı canlandırmakta, yapısını iyileştirmekte, kalıcı (stabil) yapmakta, toprağın su, hava ve sıcaklık bilançosunu dengelemekte ve besin maddesi tutma yeteneğini artırmaktadır. Yapılan araştırmalara göre 80 ton/ha kompostun toprağı verilmesinden sonra topraktaki aktinomisetlerin sayısı 2 misli, mantarların ki 4-5 misli ve bakterilerin ki ise 15-16 misli artmaktadır. Ekstrem durumlarda selüloz ayrıştıran mikroorganizmaların sayısı 40-50 misli çoğalmaktadır (Farkasdi 1969).

**Çizelge 3.6. Kompost Kullanım Miktarları**

UYGULAMA TİPİ	MİKTAR (kg /m <sup>2</sup> )
Köklü Bitkiler	6-25
Tahıl	10
Arpa	20
Çim Alanlar	3-5
Domuz Besleme	3
Bağlar	3-8
Meyve Bahçeleri	20-200
Sebze Üretimi	20-50
Süs Bitkisi Yetiştiriciliğı	20-50
Fidanlık	30'a kadar
Bahçeler Parklar	30-60
Oyun Sahaları	40

Çöp kompostu ile gübrelenmiş topraklardaki yüksek biyolojik aktivite, uzun zaman çerçevesi içinde düşünüldüğünde mineral maddelerden gerekli ve yeterli olacak miktardakileri bitkiler tarafından alınabilir. Üstelik de bütün vejetasyon boyunca uyumlu bir şekilde alınabilir duruma sokulmaktadır. Örneğın; toprakta tespit edildiğini bildiğimiz bazı elementlerin bitkinin gereksinimi kadar bir miktarı açığa çıkarmaktadır. Bunlardan Potasyum Feldspat ve Glimmer gibi toprak minerallerinde bulunduğu halde tarımsal kimyacılar bunların bitki tarafından alınmadığını iyi bilirler. Zira çözülemezler. Dolaysı ile de granit, bazalt unlarını, külleri vb. gibi taş unlarının gübreleme amacı ile kullanılmasını lüzumsuz görürler. Bu yaklaşım doğrudur. Bu taş unları (tozları) bitki tarafından alınmaz fakat humuslu ve canlı topraklardan oluşan mantarlar, algler, tarafından hücumu uğrarlar ve aktifleri oluşur. Kısacası mikrobiyal aktivite sonucunda kayalar, taşlar parçalanmakta ve içerisindeki mineral maddeler bitkiler için gerekli olduğu miktarda alınabilir hale dönüşmektedir. Kompostlama maddesi olarak şunlar kullanılmaktadır (Erdin 1981) :

### **Kompostlama Katkı Maddeleri:**

**Azot Gübresi (Üre, kireçli azot) :** C/N oranındaki uyumsuzluğu gidermek ve dengeyi sağlamak için azot ilavesi yapılır. Bunun için de azot içeren atıklar veya maddeler kullanılabilir.

**Mikroorganizma Preparatı :** Kompostlama sırasında prosesin başlamasını uzun süre beklemeden, hemen başlaması arzulandığından hazırlanmış preparatlar veya hazır kompostlar ilave edilir.

**Su :** Kompostlaşmanın sürekli ve iyi yürümesi için mikroorganizmaların suya ihtiyacı vardır. Ortamın optimum su miktarına % 45-60 arasında değişmektedir.

**Kireç :** pH' ı nötral sahaya çekmek için gereklidir.

**Kil Unu :** Çok yavaş ve uzun zamanda besin maddesi ihtiyacını karşılamak için kullanılır.

**Taş Unu :** Çok yavaş ve uzun zamanda besin ihtiyacını karşılamak için kullanılır.

**Alg Preparatı :** Mikroorganizmalara besin maddesi bazı oluşturması ve sızıntı suyu tutması için kullanılır.

**Bitki Ekstraktları :** Biyodinamik etkiyi artırmak için pratikte kullanılmaktadır.

O halde kompost gübresini topraklarımıza vermekle, topraklarımızdaki mikroorganizma (mikroflora ve mikrofauna) aktivitesi artırılır. Bu da toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve fizyolojik özelliklerinin kalıcı bir şekilde iyileşmesine ve dolayısı ile de bitkilerde verim artışına, niteliklerinin düzelmesine ve senelik ürün elde edilmesinin dengeli oluşuna yardımcı olur.

Tek yönlü tarım yapılan özel bitkilerde bu kompostun önemi daha da fazladır. Örneğin, bilhassa bağlarda sıra aralarındaki topraklar senenin büyük bir döneminde genellikle açık ve atmosferik etkilere (güneş ışınları, yağış, sıcaklık ve rüzgar) korunmamış olarak durmaktadır. Burada organik maddenin dışarıdan ek olarak verilmesi gerekir. Bu takdirde verim artışı yanında nitelik iyileşmesi de sağlanmış olur. En büyük yararı da bağlar genellikle meyilli arazilerde olduğuna göre, erozyona karşı toprakları korumasıdır.

Hollanda, İsviçre ve Almanya'da kompostu ormancılıkla kullanmak çok iyi sonuç vermiştir. Kompostla karıştırılan üst toprak tabakası çok iyi bir tohum yatağı olmakta ve bitkilerin köklenip gelişmesini teşvik etmektedir. Çok enteresan bir uygulama da Hollanda'da yapılmıştır. Tavuk kümeslerinde kentsel atık kompostları, kümes içinde yer örtüsü olarak serilmektedir. Tavuk kümesinde 30-40 cm. yüksekliğinde biraz da saman ile ve diğer materyalle karıştırılmış bir örtü olarak yayılır. Aynı zamanda ayrışma da devam eder. Cıvıvlar de bu örtü üzerinde iyi gelişir ve büyürler. Buradaki mikroplar kompost içinde üreyen antibiyotikler tarafından yok edilmektedir. Ayrıca kompost domuz yavrularına yemlerine ek olarak da verilmektedir. Domuz ahırlarında her gün



birkaç kürek olarak verilen kompostu hayvanlar çok sevmekte ve 15 dakika içinde yiyip bitirmektedirler. Bu uygulamanın en iyi tarafı hastalıkları azaltması, zaiyatı düşürmesi ve hayvanların iyice gelişmesini sağlamasıdır (Hauri 1969, 1970).

İnsanlar birkaç bin sene kömürsüz, petROLSÜZ ve metalsiz yaşabilmışlardır. Fakat canlılar humusun sağlığı koruyucu gücü olmadan yaşamamışlardır. Humussuz topraklarda yaşamın azaldığı gözle görülecek hale gelir. Toprak solucanları yok olur, bitki hastalıkları artar, zararlıların hücumuna uğrar. Bunun sonucunda da tarımda kullanılan mücadele ilaçlarının miktarı artar. Çünkü tarımsal işletmeler zehirli ilaç kullanmadan bu hastalıklardan ve zararlılardan kolay kolay kurtulamazlar. Halbuki sistemli bir şekilde toprağın humus miktarı artırıldıkça, birkaç sene sonra kullanılacak kimyasal ilaçların ve suni gübrelerin miktarı azalacaktır (Erdin 1981).

Mikroorganizmalarca fakirleşmiş, havasız ve fazla su bulunduran veya Güneş ışınlarından zarar gören topraklar hastadır. Toprak yaşamı sağlıklı değildir. Rüzgar, üzerinde hiçbir örtü bulunmayan çıplak alanlarda arazi toprağını yalayarak geçer ve kurutur. Toprakta ufalanmış yapı oluşmadığından da kapillarite ile derinlerdeki su yukarıya çıkar ve buharlaşır. Yerel koşullara göre tuzlulaşmaya neden olur, toprak kaymak bağlar, sert ve yarıklı olur. Toprak dane yapısı toza dönüşür ve rüzgarla uzaklaşır. Ayrıca humusça fakir topraklara yağmur damlası düşer düşmez sıkışmakta ve düz alanlarda akış yeri arayan vahşi dereleri, akış oluklarını oluşturmaktadır. Bu durum ise düşünüldenden çok daha fazla toprağı beraberinde götürmektedir. O halde ancak en iyi şekilde toprağın humusunu kontrol etmek ve bakmakla sağlıklı topraklar elde edilebilir (Erdin 1981).

Kültür ve toprak çeşidine bağlı olarak da uygulanacak kompost miktarı değişmektedir. Kompost şu alanlarda da kullanılmaktadır:

- Süs bitkileri alanında;
  - Tarla güllerinin yetiştirilmesinde
  - Sera bitkilerinin yetiştirilmesinde
- Peyzaj mimarlığı uygulama alanlarında;
  - Yeni yerleşim alanlarında yeşil alanların yapılmasında, eskilerin de bakım işlemlerinde ;
  - Yeni park ve bahçelerin kurulmasında ve eskilerin de bakımında ,
  - Spor sahalarının çevre yeşillendirilmelerinde ve yeni yeşil alan entegrasyonunda;
  - Dere, akarsu ve benzeri kıyıların stabilitesinin sağlanmasında;
  - Eğimli yamaçların , otoyol kenarlarının stabilize edilmesinde ve yeşillendirilmesinde;
  - Püskürtme sistemi ile yamaçların yeşillendirilmesinde;
- Fidancılıkta;
  - Çeşitli fidan yetiştirmede;
- Tekrar kültüre alma , yeşillendirme;
  - Sanayinin neden olduğu peyzaj bozulma alanlarının yeniden yeşillendirilmesinde;
  - Deponilerde, taş ocaklarında, maden ocaklarında kum ve çakıl ocaklarında peyzaj düzenleme çalışmaları yaparken , yeterince ana toprak bulunamaması halinde , toprak yedeğı ve iyileştiricisi olarak kullanılması,

- Toprak kamulaştırılan , birleştirilen yerlerde toprak ıslahında kullanılması;
- Ses ve gürültü önleme perdelerinin inşaatında;
  - Dolgu maddesi veya üst örtü tabakasının maddesi olarak kullanılması;
- Üzüm bağlarında;
  - Toprağın özelliklerini iyileştirmek ve erozyonu engellemek için;
- Ormancılıkta;
  - Orman toprağını rejenere etmek ve iyileştirmek için kompost karışımlarının kullanılması;
- Biyofiltre tesislerinde;
  - Hayvan atıklarının değerlendirildiği tesislerden, arıtma tesislerinden , hayvancılık sanayiinden , veya da diğer sanayii işletmelerinden gelen rahatsız edici koku ve sorununu elimine etmek için ; yaygın bir şekilde kullanılabilir ( Erdin 1981, Anonim 1992).

Sonuç olarak humuslu topraklar yıkanmaz. Böyle topraklarda su tutulur, mineral maddeler bitkiler tarafından daha kolay alınır ve toprak tarımsal amaçlara daha sağlıklı hizmet eder.

#### **Kompostun Faydaları :**

- a. Zemin boşluk hacmini artırır.
- b. Zemin havalandırmasını kolaylaştırır.
- c. Zor işlenen toprakların kolay işlenmesini sağlar.
- d. Zeminin su tutma kapasitesini artırır.
- e. Besi maddelerinin daha iyi kullanılmasını sağlar.
- f. Toprağa bol miktarda bakteri verir.
- g. Zeminde besin maddelerinin artışını sağlar
- h. Kendi kendine yeterli humus üretemeyen bahçelerde özellikle meyve yetiştirilmesinde faydalı olmaktadır.
- i. Erozyonu engeller ( Erdin 1981).

#### **Sürekli Kompost Kullanmanın Yararları :**

- Hasatla topraktan uzaklaştırılan organik maddenin yerini alır, toprağın humus çevrimini dengeler
- Topraktaki canlı yaşamı teşvik eder ve organizmaların sayıları artar
- Toprağa ve bitkilere az da olsa ana besin maddeleri ve mikro besin maddeleri sunarak katkıda bulunur
- Ağır bünyeli topraklarda boşluk hacim oranını artırarak toprağın su ve hava bilançosunu iyileştirir
- Hafif bünyeli topraklarda da besin maddesi ve su tutma yeteneği artırılır
- Asidik toprakların pH 'sı artar
- Toprak akması, yıkanması ve erozyonu önlenir.

**Çizelge 3.7. Satışa Sunulan Kompostun Genel Özellikleri (Koçak 1998)**

ÖZELLİK	NORMAL ARALIK
Nem (gr/100 gr)	30 - 50
Sabit Madde (gr/100 gr)	30 - 70
Organik İçerik (gr/100 gr)	10 - 30
PH (1/10 saf su içindeki atık)	6 - 9
Maksimum Partikül Büyüklüğü (mm)	2 - 10

**Çizelge 3.8. Tamamlanmış Komposttaki Elementlerin Konsantrasyonları (Koçak 1998)**

ELEMENT	NORMAL ARALIK
<b>Majör Elementler (gr/100 gr kuru bazında)</b>	
N	0.1 - 1.8
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.1 - 1.7 (0.2 - 3.8)
K (K <sub>2</sub> O)	0.1 - 2.3 (0.1 - 2.8)
S	0.5 - 3.0
Alkalinite (CaO olarak)	(1 - 20)
Toplam Tuzlar (KCL olarak)	(0.5 - 2.0)
<b>Minör Elementler (mg / kg kuru bazında)</b>	
B	60 - 340
Cd	15 - 40
Cu	90 - 260
Fe	8000 - 15000
Hg	1 - 5
Mn	300 - 1300
Mo	10
Pb	200 - 400
Zn	800 - 1200

Kompost işlemi doğru işlediğinde çevre sağlığı açısından kusursuz olduğu tespit edilmiştir. İnsanların ve hayvanların beslenme zincirinde bulunan bitkilerde kompostun zararlı etkisi görülmektedir.

Ev çöplerinin içinde bulunan patojen mikroorganizmaların önemli bir kısmı kompostlamadaki ısı yükselmesi sonunda ölmektedir. Tifo mikrobi 55-60°C de , dizanteri etkeni 60 ° C' de 15-20 dakikada öldüğünden kompostun oluşumu esnasında hastalık etkenlerinin bir kısmı sıcaklık yardımı ile tahrip edilmekte, ancak spor yapabilen patojen mikroorganizmalar varlıklarını koruyabilmektedirler.

Kompostlama yöntemlerinin çevre sağlığı üzerindeki etkileri aşağıdaki Çizelge 3.8.'de gösterilmiştir:

**Çizelge 3.9. Çeşitli Kompostlama Yöntemlerinin Çevre Sağlığı Bakımından Durumu (Durmaz 1996).**

Metot	Materyal	Su Muhtevası %	Maks. Sıcaklık °C	Süre	Hijyenik durumu	Mülâhazalar
<b>Açık kompostlaştırma</b>						
Alçak tınaslarda	Çöp arıtma çamuru	55	46	5 ay	mahzurlu	-
Alçak tınaslarda	arıtma çamuru	60	52	6 ay	mahzurlu	-
Tınaslarda	Çöp	40-60	55	3 hafta	kusursuz	1 aktarma
Tınaslarda	Çöp arıtma ç.	40-60	55	3 hafta	kusursuz	1 aktarma
Tınaslarda Fahr sistemi	Çöp arıtma ç. Çöp hayvan ç.	40-60	55	3 hafta	kusursuz	1 aktarma
Yüzeysel kompostlaştırma	Arıtma ç. Çöp	hijyenik incelemesi yapılmamıştır.				
<b>Kapalı Kompostlaştırma</b>						
Hareketli hücreler Dönerli Tambur (Dano tamb.v.s.)	Çöp	45-56	60	6-7 gün	kusursuz	İlave 4 hafta açık kompostlaştırma
Dönerli Tambur	Çöp arıtma ç.	50	60	6-7 gün	"	-
Havalandırılmalı Dönerli Tambur	Çöp Çürümüş çamur	45-55	67	3 gün	"	3 gün açık kompostlaştırma
Düşey mil etrafında dönen çürütme kulesi (multibacto v.s.)	Çöp	40-50	65	1 gün	"	6 gün tınas
Çürütme kulesi	Çöp arıtma ç.	45-55	65	1 gün	"	
Havalandırma ve aktarmalı sabit çürütme hücresi	Çöp arıtma ç.	50	56	5 gün	mahzurlu	
Havalandırma ve aktarmalı sabit çürütme hücresi (Blaubeuren)	Çöp arıtma ç.	35-50	70	12-14	kusursuz	
<b>Diğer Metotlar</b>						
Kapillar Kurutma metodu (Bkikollare Metodu)	Çöp arıtma ç.	40-55	60	3 hafta	"	
Glessen Metodu	Çöp-İri çöp arıtma çamuru	45-50	70 60-70	21 gün 3-5 hafta	"	
Voith-Müllex	Çöp arıtma ç.	45-55	70	3 hafta	"	