

ORGANİK ATIKLARDAN BİYOGAZ ÜRETİM TEKNİĞİ

Prof.Dr. Osman YALDIZ

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü-Antalya

yaldiz@akdeniz.edu.tr

ÖZET

Anaerob fermentasyon organik materyalin çevre dostu uygulamalarla dezenfeksiyonu yanında enerji üretimi ile de günümüzün güncel konularındandır. Önceki yıllarda sadece hayvan dışkılarından elde edilebilen biyogaz gelişen teknoloji ile tüm organik atıklardan üretilebilmektedir. Aynı zamanda kentsel atıklarda dahil olmak üzere tüm organik atıkların bertarafında ve arıtılmasında zincirin önemli halkalarından birisi durumuna gelmiştir.

Organik atıkların gerek fiziksel gerekse kimyasal yapılarının çok farklı olması fermentasyon yöntemi, koşulları ve üreteç tipi konusunda çok farklı seçeneklerin geliştirilerek uygulamada kullanılmasına neden olmuştur.

Fermentasyonda ilk işlem materyalin fermentasyon koşullarına hazırlanmasıdır. Bu aşamada küçültme, eleme, yabancı maddelerden arındırma, gerekli ise hijyen şartlarının oluşturulması, farklı materyaller kullanılması durumunda karıştırma ön işlemler olarak adlandırılmaktadır. Materyalin cinsine ve miktarına göre seçilen fermentasyon sıcaklığı, kademe sayısı ve yükleme aralığı da karar verilmesi gerekli önemli işlem parametrelerindedir.

Fermentasyonun tamamlanmasından sonra materyalin katı sıvı faz ayrımının yapılması, katı kısmın kompost üretiminde kullanılması, sıvı kısmın materyali tekrar sulandırmak üzere sisteme geri gönderilmesi enerji kullanımı, ekonomik ve teknik açıdan uygun çözümlerdir. Bu çalışmada fermentasyon öncesi işlemler için kullanılan düzenekler incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: biyogaz, fermentasyon

BIOGAS PRODUCTION TECHNIQUE FROM ORGANIC WASTES

ABSTRACT

Anaerob fermentation became a popular subject in recent years together with environmentally friendly applications for disinfections of organic material as well as energy production. Biogas produced from only animal wastes formerly, is now produced also using organic wastes with improved technology. At the same time, disposing and purification of all organic wastes including municipal wastes became more important. Because both physical and chemical structures of organic wastes are very different, there are many different choices developed and applied in practice about fermentation method, conditions and biogas plant type.

The first step of fermentation is preparation of the material for the process. At this stage, deprecation, sieving, purification from foreign materials, constitution of hygienic conditions if necessary, mixing if different materials are used, could be called as pre-treatments. Fermentation temperature is selected according to the material type and amount, level number as well as loading interval which are important process parameters to be decided.

Having completed the fermentation process, the solid-liquid phase differentiation should be done, and utilizing the solid part in compost production, and recirculation of the liquid part to the system in order to re-moisten the material, are the suitable solutions. In this study, the mechanisms used pre-fermentation processes are examined.

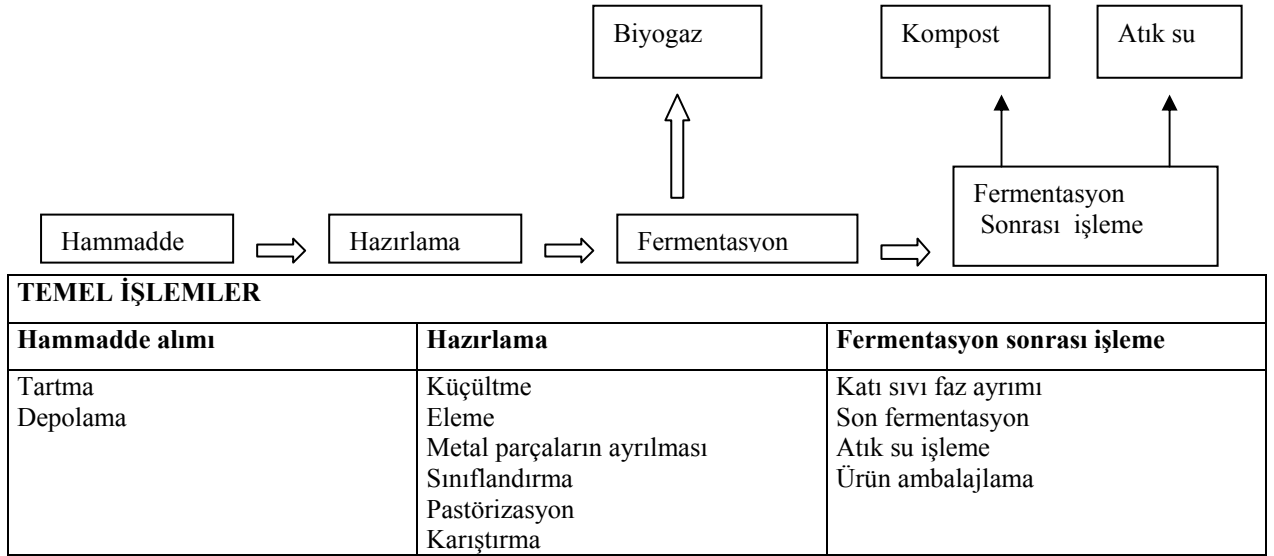
Keywords: Biogas, fermentation

1. GİRİŞ

Organik atıkların fiziksel ve kimyasal farklılıklarından kaynaklanan nedenlerle işleme ve fermentasyon teknolojisinde de oldukça büyük farklılıklar bulunmaktadır. İdeal fermentasyon koşullarının oluşturulması için gerekli fiziksel işlemler öncelikle hammaddenin nem durumuna göre farklılaşmaktadır. Kolay parçalanabilir materyal ile lifli olanların küçültme işleminde de yine farklı parçalayıcıların kullanılması gerekmektedir. Aşağıdaki şemada yapı farklılığından kaynaklanan özel işlemler dikkate alınmadan uygulanacak aşamalar görülmektedir (şekil 1).

Fermentasyon için tesise gelen materyalin tartım ve depolama işlemi materyalin cinsine göre farklı şekillerde olabilmektedir. Hijyen açısından sorunlu olabilecek materyaller diğerleriyle pastörizasyondan önce farklı ortamlarda depolanmalıdır. Aksi takdirde patojen mikroorganizmaların diğer materyallere bulaşması söz konusu olacaktır. Bu tür materyallerin tesise ayrı alım noktalarından kabul edilmesi gereklidir.

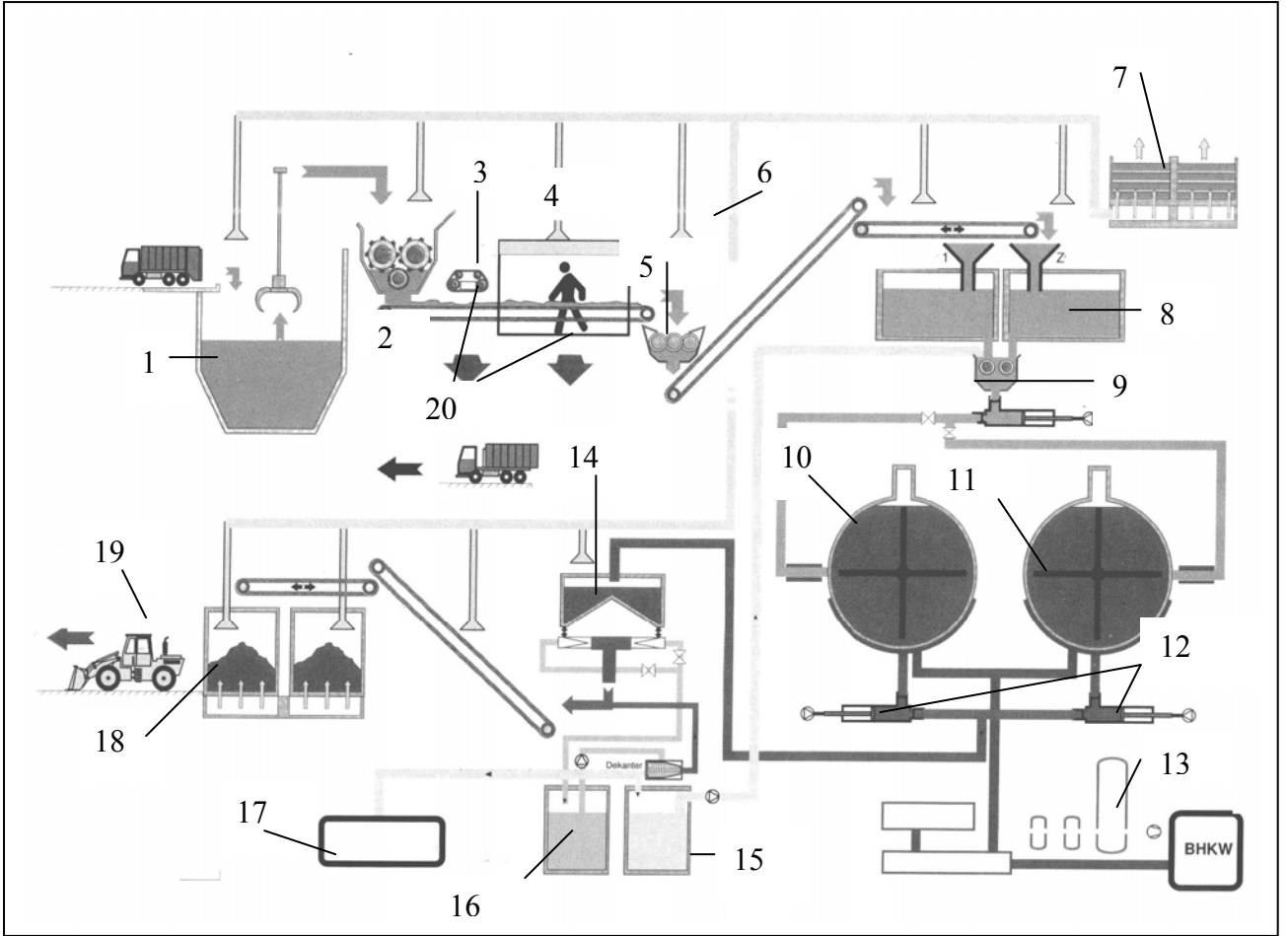
Hazırlama aşamasında fermentasyon için uygun boyuta indirme, buna rağmen küçültülemeyen bileşenlerin elenmesi, metal parçaların mıknatıs yardımıyla ayrılması, gerekiyor ise sınıflandırma, mikrobiyolojik açıdan sorunlu olabilecek materyalin pastörizasyonu ve son olarak üretee yükleme öncesi karıştırma işlemleri yapılmaktadır.



Şekil 1: Organik atıklardan biyogaz üretimi işlem akışı (Weiland, 2001; değiştirilmiş)

Fermentasyon sonrasında materyalin katı sıvı faz ayrımı yapılması, katı kısmın kurularak veya kompost işleminden sonra bitkisel üretimde gübre olarak kullanılması için hazırlanması, sıvı kısmın arıtmadan sonra işletme dışına taşınması veya fermentasyon materyalinin sulandırılması için kullanılması ve ürünlerin satışa hazırlanması son işlemler olarak yer almaktadır. Biyogaz üretiminden sonra materyalin hazırlanarak kompost yapılması

işletmenin mali bilançosunda iyileşmeye neden olmaktadır. Bu mümkün değilse biyogaz fermentasyonundan sonra katı sıvı faz ayırımının yapılarak katı kısmın (%25 kuru madde içeriğinde) bitkisel üretimde bitki besin maddesi olarak kullanılması yaygın uygulamadır.



1-Materyal alımı 2-Küçültücü 3-Metal ayırıcı 4-Elle ayırım 5-İkinci küçültücü 6-Havalandırma 7-Biyofiltre 8-Ara depolar 9-Karıştırıcı (atık su ve biyoçöp) 10-Biyogaz üretici I 11-Biyogaz üretici II 12-Pompalar 13-Biyogaz deposu 14-katı sıvı faz ayırımı 15-basınçlı sıvı tankı I 16-Basınçlı sıvı tankı II 17-Biyolojik arıtma ünitesi 18-Kompost havalandırma yığınları 19-Son kompostlaştırma ünitesi 20- Demir ve yabancı maddeler

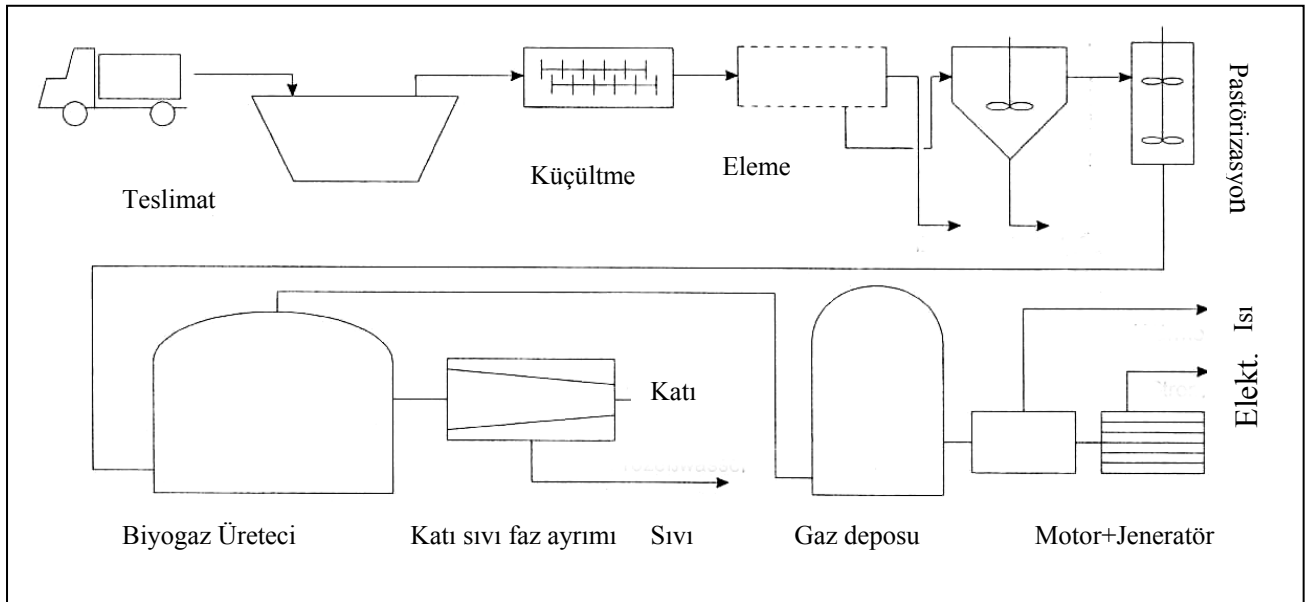
Şekil 2 : Bir biyogaz ve kompost tesisi akış şeması (SRB, Braunschweig)

Şekil 2’de Almanya Braunschweig kenti katı ve sıvı atık arıtma ve işleme ünitesi akış şeması görülmektedir. Burada tesise gelen evsel atıklar toplama deposundan alındıktan sonra 1. küçültücüden geçirilmekte, kısmen küçülen materyal manyetik alan yardımıyla metal parçalarından temizlendikten sonra elle ikinci bir ayırma tabi tutulmaktadır. Daha sonra 2. küçültücüden geçirilen atıklar bir bant yardımıyla ara depolara taşınmaktadır. Ara depolarda bulunan materyal dozajlanarak sıvı kentsel atıklarla karıştırılmakta ve uygun kuru madde oranı sağlandıktan sonra biyogaz üreteçlerine yüklenmektedir. Bu arada fermentasyonu tamamlanan materyal üreteçlerden alınarak katı sıvı faz ayırımına tabi tutulmakta, sıvı kısım

biyolojik arıtma ünitesine, katı kısım ise kompost yapımı için kompostlaştırma alanına taşınmaktadır.

2. MATERYAL HAZIRLAMA TEKNİĞİ

Biyogaz fermentasyonunda kullanılacak materyal tesise teslim edildikten sonra küçültme ve eleme işlemlerine tabi tutulur. Elemeden sonra belirli boyutun üzerinde olan kısımlar ayrılır. Gerekli ise pastörizasyon işleminden sonra üretece yüklenir. Fermentasyonu tamamlanan materyal üreteçten alındıktan sonra katı sıvı faz ayırımına tabi tutulur. Burada amaç sıvı fazın tekrar materyalin sulandırılması için kullanılabilmesi, katı kısmın ise kurutularak veya genellikle olduğu gibi kompost yapımında kullanıma elverişli duruma getirilmesidir. Şekil 3’de fermentasyon için gerekli olan ön hazırlık işlemleri görülmektedir.



Şekil 3: Organik atık anaerob işleme tesisi akış şeması (Weiland,2001, değiştirilmiş)

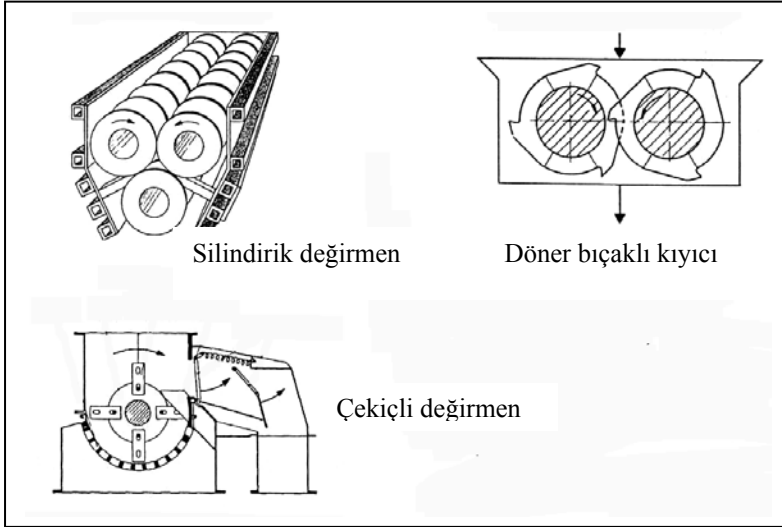
2.1. Küçültme ve ezme işlemleri

Materyal büyüklüğünün fermentasyona uygun boyuta indirilmesi için farklı işlemler uygulanmaktadır. Büyük boyutlu materyalin küçültülmesi için genellikle değirmenler kullanılmaktadır. Silindirik değirmen ve çekiçli değirmen organik materyalin küçültülmesi için uygun düzenlemelerdir. Materyalin küçültülmesi, ezilmesi veya kırılması işlemi fermentasyonun başarısı üzerinde etkilidir. Fermentasyonda etken olan bakterilere geniş yaşam alanlarının kazandırılması için gereklidir (Weiland, 2003)

Tesis yapısının boyut üzerinde etkisi önemlidir. Yükleme ve boşaltma kanal veya borularının yeterli büyüklükte olması özellikle içerisinde yataklık bulunan gübreler açısından önemlidir. Çiftlik gübrelerinin monofermentasyon şeklinde kullanılması durumunda herhangi

bir küçültme işlemine gerek duyulmamaktadır. Bu durumda ahır içerisinde temizlenen gübrenin içerdiği yataklığın yükleme ve boşaltma kanallarında tıkanıklık yapması söz konusu olduğu için olabildiğince büyük kesitler seçilmelidir. Ancak karışımda günümüzde yaygın olarak kullanılan komateryal bulunması durumunda küçültme ve ezme düzenlemelerine gereksinim vardır.

Biyogaz tesislerinde kullanılan komateryalin büyüklüğünün 10 mm.'den daha fazla olmaması gerekir. Bu nedenle küçültmeden sonra eleme işlemi yapılmalıdır (Wiemer, K., Michael K., 1993). Materyalin kuru madde içeriğinin %20'den fazla olması durumunda katı madde fermentasyonu, %15-20 olması durumunda yarı katı madde fermentasyonu, %15'den daha az olması durumunda ise yaş madde fermentasyonu olarak adlandırılmaktadır. Hammaddenin içerdiği kuru madde oranı fermentasyon öncesi işlemleri etkileyen önemli bir özelliktir.



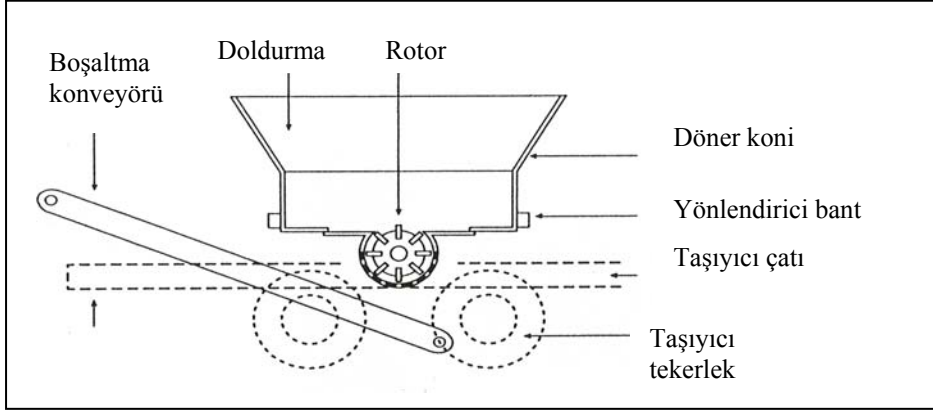
Şekil 4 : Organik materyal küçültme ve ezme makinaları (Weiland,2001)

Silindirik değirmen ve döner bıçaklı kıyıcı düşük devirle çalışan düzenlemelerdir. Silindirik değirmende materyal yatay-düşey bileşkesinde hareket ederek küçülür ve ezilir. Her iki makina da bitkisel atık ve biyoçöplerin küçültülmesine uygun bir yapıya sahiptir. Çekiçli değirmen yüksek devirle çalışır ve çarpma yoluyla küçültme yapar, biyoçöplerin küçültülmesine uygun bir düzenlemedir. Buna karşın enerji gereksinimi yüksektir ve çekiçlerde aşınma hızlı olmaktadır. Ancak tamir bakım işlemi kolay ve ucuz olduğu için tercih edilmektedir.

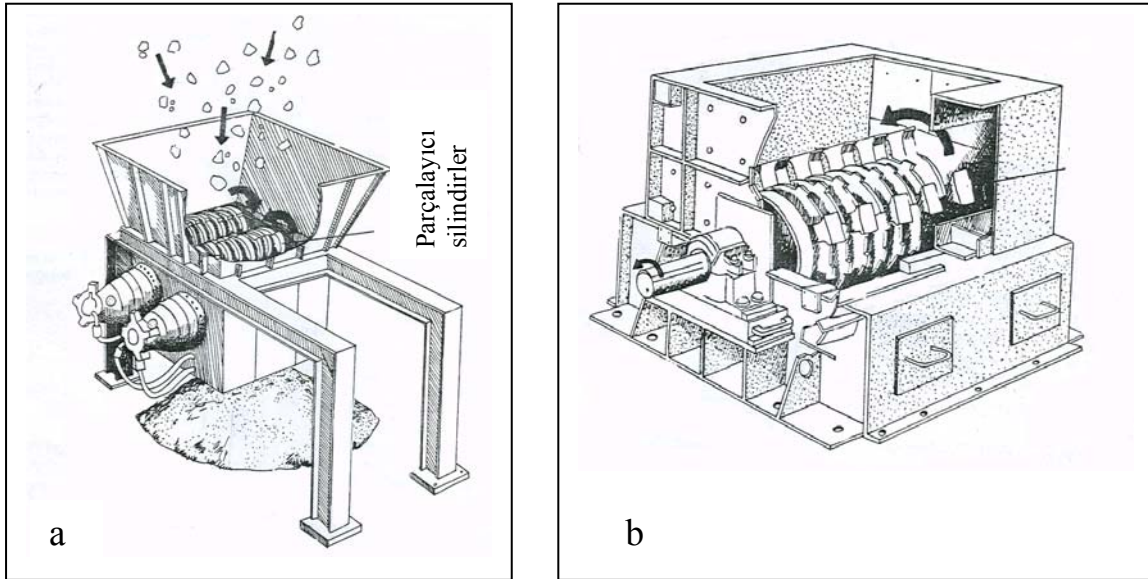
Şekilde 5'de görülen parçalayıcı uzun çaplı bir rotora sahip olup dönü hızı yavaştır. Üst kısmında bulunan koni biçimindeki depo kendi etrafında döner durumda yapılmıştır.

Rotor ile karşı elek arasında parçalanıp ve küçülen organik materyal alt kısımda bulunan bant üzerine dökülerek dışarıya taşınmaktadır.

Döner bıçaklı kıyıcılar taşınır veya bir römorka monte edilmiş durumda kullanılmaktadır. Bu tip makinalarda materyal kesilerek küçültülür. Kesilmesi güç olan materyaller için de uygundur. Materyal kepçelerle veya sürekli yükleme yapabilen konveyörler yardımıyla yüklenir.

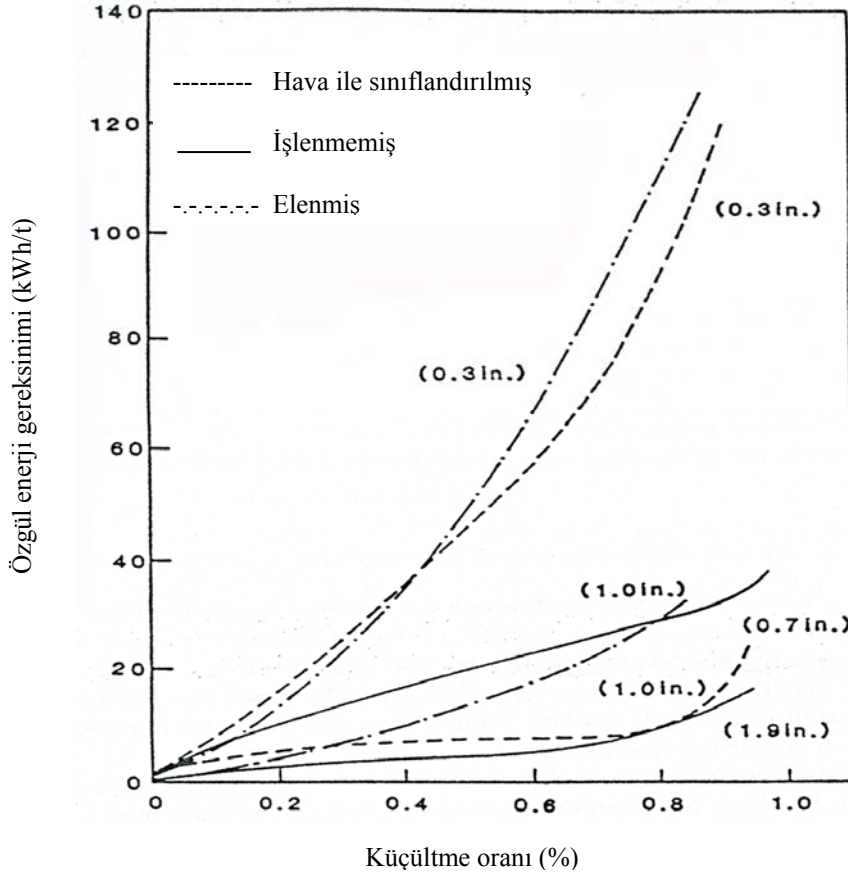


Şekil 5: Döner bıçaklı taşınabilir küçültücü



Şekil 6: a) Döner bıçaklı kıyıcı b) Çekiçli değirmen (Rynk,R., 1992)

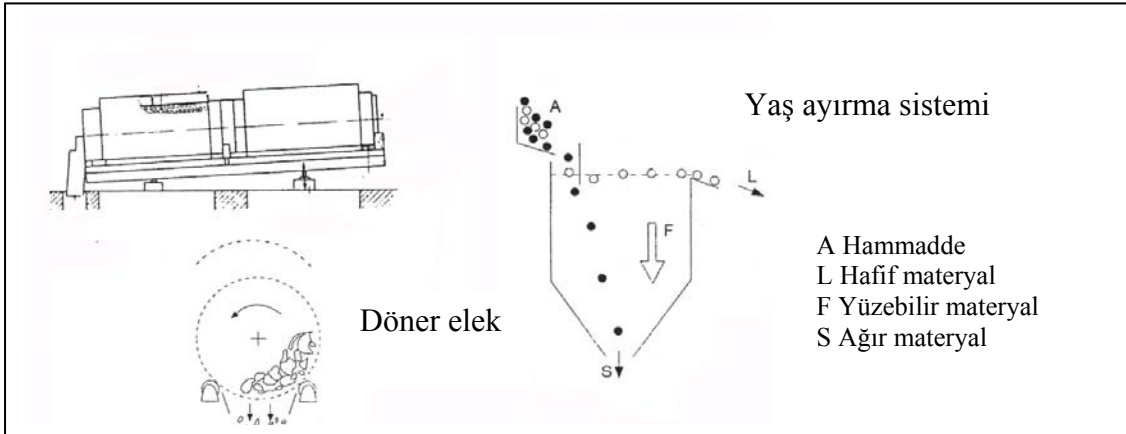
Şekil 7'de farklı büyüklükler için enerji gereksinimi görülmektedir. Parçacık boyutunun küçülmesi durumunda birim ağırlık için gereksinim duyulan enerji miktarı artmaktadır. Materyalin küçültmeden önceki boyutu da enerji tüketimini etkilemektedir. Boyutun küçülmesi enerji tüketiminde artmaya neden olmaktadır. En küçük boyut olan 0,3 inç uzunluk için en yüksek miktarda enerji tüketimi olduğu gözlenmiştir.



Şekil 7: Farklı boyuta sahip organik materyalin farklı boyutlarda küçültülmesi için gerekli enerji miktarları (Diaz,F.L. vd,1993))

2.2. Ayırma ve sınıflandırma

Küçültme ve ezme işlemi yanında sınıflandırma da gerekli işlemlerdendir. Materyal içerisinde bulunan cam, plastik malzeme, kum, taş gibi materyallerin fermentasyondan önce temizlenmesi gereklidir. Bu işlem için farklı yapıda elekler kullanılır. Döner elek ve düz elek yaygın olarak kullanım alanı bulmuşlardır. Yukarıda söz edilen materyaller genellikle

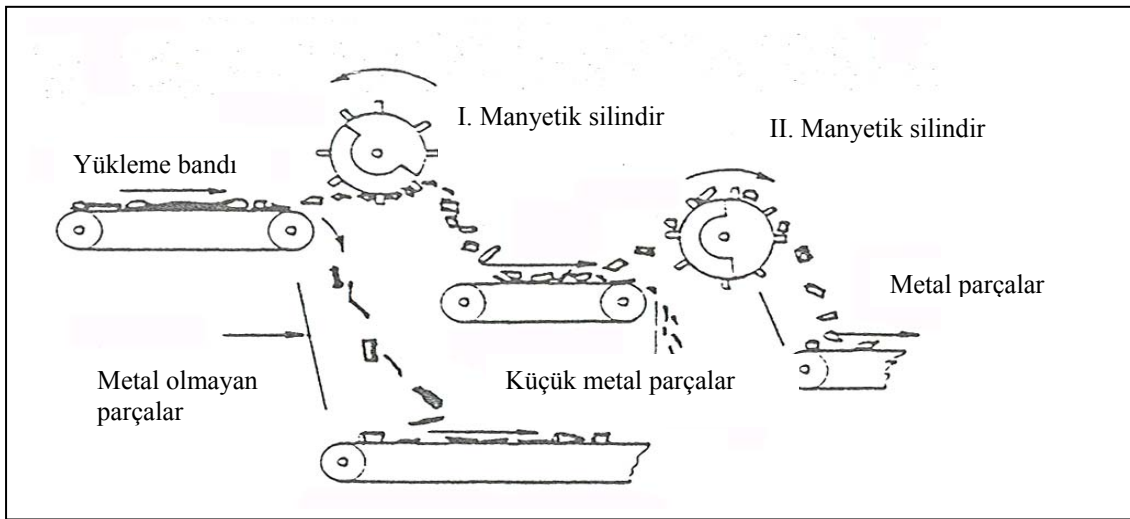


Şekil 8: Atıkların sınıflandırılması (Weiland, 2001)

fermentasyona uygun organik materyalden farklı boyut ve özgül ağırlığa sahiptirler. Bu farklılık ayırma işleminin daha kolay gerçekleşmesini sağlar.

Küçültme işlemi sırasında organik materyalin boyutları küçülürken örneğin plastik maddelerin boyutları genellikle büyük kalır ve bu farklılık ayırma işleminde kolaylık sağlar. Temizleme işleminin küçültmeden önce veya sonra yapılması konusunda materyal özelliğine göre karar verilmesi gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan döner eleklerde iş verimi eleğin delik çapına, elek çapına, dönü sayısına ve eğimine bağlı olarak değişmektedir. Eleklerle ayırmada yabancı maddelerin ayrılması yanı sıra aynı zamanda boyutlandırma işlemi de yapılabilmektedir.

Yaş ayırma işlemi yoğunluk farkı esasına dayanmaktadır. Ayırma işlemi materyalin sulandırılması için kullanılacak sıvı içerisinde yapılabilmektedir. Ağır olan materyaller (kum, taş, cam vb.) aşağıya doğru çökerken daha hafif olan materyaller (plastik, ağaç parçaları vb.) üst kısımdan sıvı üzerinde yüzerek ayrılmaktadır.

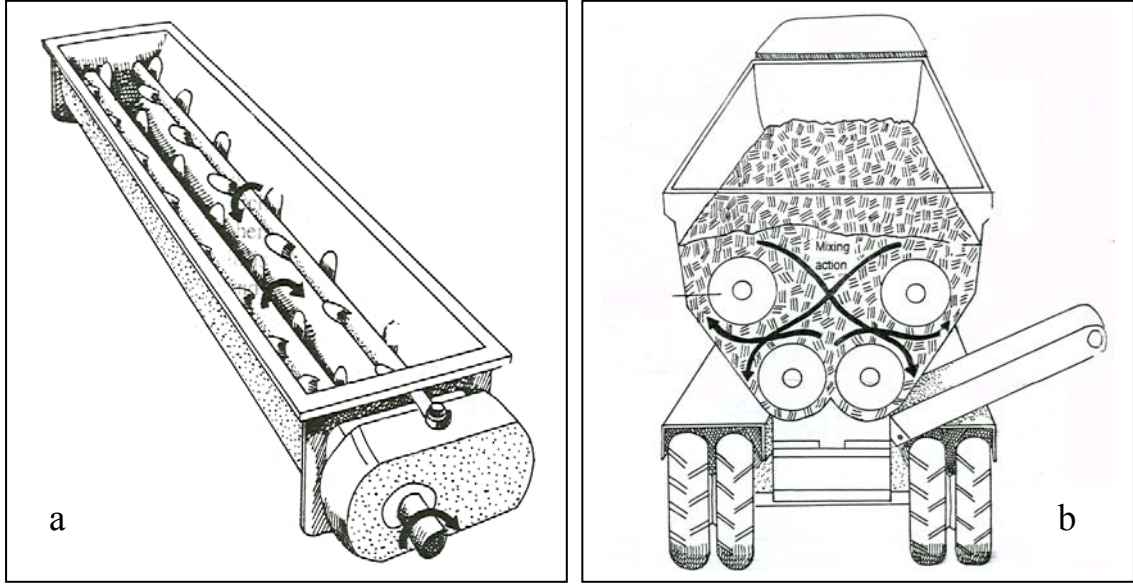


Şekil 9: Metal parçalarının manyetik ayırma sistemi (Diaz, F.L., vd, 1993)

Metal parçaların ayrılması işleminde manyetik alanlar kullanılmaktadır. Bir bant üzerinde hareket eden materyal içerisinde bulunan metal parçalar farklı şekilde oluşturulan manyetik alanlar yardımıyla ayrılmaktadır. Metal parçaların ayrılması işlemi materyalin fermentasyona hazırlama işleminin ilk aşaması olarak tasarlanmalıdır. Bu sayede metal parçaların küçültmeden önce ayrılması sağlanır.

Fermentasyonda kullanılacak farklı materyallerin veya bunların su ile karıştırılmalarında aşağıda örneği görülen karıştırıcılar kullanılmaktadır. Kentsel organik

atıkların sulandırılmasında da genellikle şekil 10 (b)'de görülen karıştırıcı kullanımı yaygındır.



Şekil 10: a) Parmaklı karıştırıcı b) Helezonlu karıştırıcı (Rynk,R.,1992)

Helezonlu karıştırıcılar, ahır atıklarının karıştırılmasında başarılı olarak kullanılabilmektedirler. Piyasada çeşitli şekillerde modifiye edilmiş beslemeli karıştırıcılar bulunmaktadır. Test edilen bazı karıştırıcı tipleri; helezonik, dönen kanatlı (kürekli) ve sonsuz parmaklı tip karıştırıcılardır. Bu karıştırıcı tiplerinin hepsi iyi bir karışım sağlar. Karıştırıcıların çoğu bir kamyon veya römorka monte edilerek kullanılır. Beslemeli karıştırıcılar kullanıldığında, materyalin önceden karıştırılmasına gerek yoktur.

Bu tip karıştırıcılarda eğer hayvansal atıklarla diğer organik materyaller (daha kaba yapılı) karıştırılacak ise öncelikle kaba yapılı materyaller karıştırıcı içerisine yerleştirilir ve gübre daha sonra materyallerin üzerine eklenir. Karıştırma işlemi sadece birkaç dakika sürmektedir.

Sabit parmaklı karıştırıcılarda karıştırıcı içerisindeki parmaklar materyali karıştırırlar ve sürekli karıştırma işlemi gerçekleştirebilirler. Bu çalışma yönteminde işlem kapasitesi depo hacmine bağlı olmadığından ve sürekli besleme yapıldığından işlem hızı diğer karıştırıcılardan daha yüksektir.

Döner tambur tipi karıştırıcılar arıtma çamurları ile öğütülmüş bitkisel atıkların karıştırılmasında başarılı olarak kullanılmaktadırlar. Karıştırıcının dönme hareketi düşük hızda çamuru küre formuna getirmektedir. Yüksek devirde dönme işleminde çamur tamburun duvarlarına yapışmaktadır.

2.3. İşlemlerin enerji gereksinimi

Sınıflandırma işleminde hava ile ayırma ve sınıflandırma çok yaygın kullanılan bir sistem olmamasına karşın uygulanmaktadır. Özellikle ABD’de uygulanan bu ayırım sisteminde enerji tüketimi 3,4-4,1 kWh/t olarak bildirilmektedir. Manyetik yöntemle metal parçaların ayrılmasında enerji tüketimi oldukça düşük olup ortalama 0,4 kWh/t düzeyindedir. Eleme işleminde çok yaygın olarak kullanılan döner eleklerin enerji gereksinimi ise 0,8-1,1 kWh/t arasında değişmektedir. Materyal farklılığının büyük olmasına rağmen organik atıklarda boyut küçültme için 10, eleme için (hava ile ayırma, manyetik ayırma, döner elek) 4,6 ,materyalin taşınması için ise 0,5 kWh/t enerji gereksinimi hesaplanmaktadır. (Bertoldi vd, 1986)

Çekiçli değirmenler için büyüklüklerine göre çok farklı enerji gereksinimleri bulunmaktadır. Kapasitelerine ve yapımçı firmaya göre değişmekle birlikte 3,5 ile 12,2 kWh/t arasında değişen enerji harcamını hesaplanmıştır. (Rynk R, 1992)

Yapılan bir diğer çalışmada eleme işlemlerinde enerji gideri 2,25 kWh/h veya 0,99 kWh/ton.materyal (0,56 kWh/m³. materyal) olarak bildirilmektedir. (Schuchardt,F.,2001)

2.4 Pastörizasyon

Fermentasyon öncesi pastörizasyon işlemi gerekli olabilmektedir. Klasik yetiştirme yapılan hayvancılık işletmelerinde yataklık miktarının fazla olması ve gübrenin bir süre beklemesi durumunda kendiliğinden ısınması sonucu 50-55 °C’e ulaşan sıcaklık pastörizasyon işlemini gerçekleştirmektedir.

Pastörizasyon için ayrı bir ünite kullanılmakta ve materyal 70 °C sıcaklıkta en az 1 saat pastörize edilmektedir. Pastörizasyon sırasında materyalin karıştırılarak sıcaklığın tekdüze dağılmasına dikkat edilmelidir. Tahıl sapları, dane kabukları, yem bitkisi artıkları, hayvan kılları ve boynuz, jelatin üretimi atıkları, gıda sanayi atıkları, nişasta sanayi atıkları, konserve atıkları, tütün tozu, tütün yaprakları atıkları, sigara fabrikası fireleri (sigara filtresi hariç) kahve, çay, kakao fabrikası atıkları, yağlı tohumlar atıkları, yağ fabrikası atıkları, melas, baharat bitkilerinin atıkları, malt posası, selüloz içerikli atıklar, bitkisel lifler, yün atıkları, market ve hal atıkları, tıbbi bitkiler atıkları, mantar atıkları, hayvan gübreleri (hayvanat bahçesinde yaşayan ve kürk hayvanı atıkları hariç) herhangi bir pastörizasyona tabi tutulmadan kullanılabilirler. Hayvan kılları, boynuz, jelatin üretimi atıkları, kanatlı hayvan tüyleri ve mide içeriğinde hijyen açısından herhangi bir sorun bulunmayacak, işletmelerin atık suyu çamuru ve konserve atıkları, tütün tozu, tütün yaprakları atıkları, sigara fabrikası fireleri

(sigara filtresi hariç) kahve, çay, kakao fabrikası atıkları, yağlı tohumlar atıkları, yağ fabrikası atıkları, melas, baharat bitkilerinin atıkları ile tarım işletmelerindeki mutfak atıkları kanalizasyon ile karışmamış olmak koşuluyla pastörize edilmeden kullanılabilirler (Anonim,2002)

Biyogaz tesislerinde iki adet pastörizasyon ünitesi gereklidir. Sürekli yükleme yapılması durumunda bir üniteye pastörizasyon devam ederken diğer üniteden alınan materyal üretece yüklenmektedir.

3. KAYNAKLAR

- 1) Anonim, 2002. Merkblatt zur Errichtung und zum Betrieb von Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich. Ministerium für Umwelt und Naturschutz. Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- 2) Bertoldi, M.De.,Ferranti,M.P.,L'Hermitte.P.,Zucconi,F.,1986. Compost: Production, Quality and Use. Elsevier Applied Science, London and Newyork.ISBN:1-85166-099-2
- 3) Diaz, F.L.; Savage,G.M.,Eggert,L.L.;Golueke,C.G., 1993,Composting and Recycling Municipal solid wastes.CCR Press, USA.
- 4) Manser, A.G.R., Keeling, A.A., 1996. Practical Handbook of Processing and Recycling Municipal Waste. CRC Press. Inc. USA
- 5) Rynk,R.,1992. On Farm Composting.Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 152 Rüley-Robb Hall.
- 6) SRB, Stadtreinigung Braunschweig GmbH, Firma katalogu. Abteilung.70.11-Almanya
- 7) Schuchardt,F., 2003. Biologische Behandlung von Problemabfaellen und – abwaesser. Abschlussbericht zum BMBF Vorhaben. FAL, Braunschweig, Almanya.
- 8) Wiemer, K., Kern, M., 1993. Biologische Abfallbehandlung. M.I.C. Baeza Verlag. Witzenhausen.ISBN: 3-928673-05-X.
- 9) Weiland, P.,2001. Verfahrenstechnik der Anaeroben Abfallbehandlung. TAW. Seminar 5118550401. 27-28.09.Wuppertal,
- 10) Weiland,P.,2003. Neue Technologien für die Herstellung und energetische Nutzung von Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen und Biogenen Reststoffen.NIA.Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz. Seminar.01 .April, Almanya.

