

**BİTKİSEL ATIKLARDAN KOMPOST
GÜBRE ÜRETİM SİSTEMİNİN TASARIMI**

Ali Vasfi ESKİCİOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR**

2013

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİSEL ATIKLARDAN KOMPOST GÜBRE
ÜRETİM SİSTEMİNİN TASARIMI

Ali Vasfi ESKİCİOĞLU

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

TEKİRDAĞ-2013

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR danışmanlığında, Ali Vasfi ESKİCİOĞLU tarafından hazırlanan “Bitkisel Atıklardan Kompost Gübre Üretim Sisteminin Tasarımı” isimli bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza:

Üye: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİTKİSEL ATIKLARDAN KOMPOST GÜBRE ÜRETİM SİSTEMİNİN TASARIMI

Ali Vasfi ESKİCİOĞLU

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

Bu çalışmada ülkemizde yaşanan en önemli atık problemlerinden biri olan tarımsal atıkların tarladan toplanma sonrasında çeşitli işlemlerden geçirilerek gübre haline getirilmesi işlenmiştir. Bu çalışmanın amacı; hasat sonrası tarlada bırakılan tarımsal atıkların, tasarlanacak bir sistem yardımıyla çeşitli işlemlerden geçirilerek, farklı katkı maddelerinin de eklenmesiyle tamamen doğal, toprağın verimini arttırıcı bir gübre üretilmesidir. Sistem, birkaç üniteden meydana gelmekte ve bazen kapalı devre, bazen de açık devre çalışmaktadır. Tasarlanan sistem; Atık Parçalama, Yığın Karıştırıcı, Kurutma ve Nem Alma, Özel Kırıcı, Pelet-Baskı, Taşıyıcılar, Elek ve Torbalama Kantarı makinalarından oluşmaktadır.

Ayrıca çalışmaya konu olan sistemle ilgili elek, baskı makinası ve kurutma makinası materyal olarak kullanılarak bir takım denemeler yapılmıştır. Denemeler sonucunda elde edilen veriler; çalışmaya konu sistemin bilimsel olarak çalışmasının mümkün olacağını göstermiştir.

Çalışmada, bir takım tarımsal atıkların farklı bileşenlerle karıştırılarak fermantasyona tabi tutulması sonrasında, kurutulması, un haline getirilmesi, pelet baskı ünitesine verilmesi, bu üniteye hem nem alma işleminin yapılması ve hem de pelet olarak çıktı elde edilmesi, elek ve tartı işlemleri sonrası sürecin tamamlanması ile ilgili yöntem anlatılmıştır. Araştırma sonucunda, ülkemizde çevresel kirlilik yapan tarımsal atıkların ekonomiye kazandırılabilmesi ve ithal kimyasal gübreye alternatif bir ürün ortaya çıkarılabilmesi görülmüştür. Üretim sürecinde kullanılan sistemin farklı kapasitelerde olması da mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel atık, kompostlaştırma, gübre, makine

2013, 43 Sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

VEGETABLE WASTE COMPOST FERTILIZER PRODUCTION SYSTEM DESIGN

Ali Vasfi ESKİCİOĞLU

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biosystems Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

In this study, which is one of the most important problems is no longer passed through various processes of agricultural waste into fertilizer be processed after collection from the field. The purpose of this study, agricultural waste left in the fields after harvest, with the help of a system designed through various processes, the addition of different additives completely natural, the production of a fertilizer to improve soil productivity. The system comes in several units, and sometimes closed-circuit, open circuit works sometimes. The designed system; Waste Shredding, Mass Mixer, Drying and Dehumidifying, Special Crusher, Pellet Pressure, Carriers, Mesh and Bagging Scale consists of machines.

In addition, the subject of study, the system-related sieve, pressure machine and dryer, a number of attempts have been made using as material. The data obtained from trials; crushing, fermentation, drying-dehumidifiers, special crusher, pellet-pressure and a system of weighing units will be able to study scientifically demonstrated.

In this study, a number of different components of agricultural waste is subject to ferment after mixing, drying, flour making, pellet presses given unit, this unit to the dehumidification process and output as well as to obtain the pellet, after sieve, and complete the process of weighing operations method is discussed. As a result, environmental pollution in our country, which could contribute to the economy and imported chemical fertilizers, agricultural waste product that is an alternative unplugged understood. It is also possible that the system used in the production process in different capacities.

Key Words: vegetable waste, composting, fertilizer, machine

2013, 43 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TEŞEKKÜR	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Gübrenin Tanımı ve Özellikleri	1
1.2 Bitkisel Atık Tanımı.....	2
1.3 Kompostlaştırma	2
1.4 Bazı Kompost Üretim Teknikleri.....	3
1.4.1 Yığın Yöntemleri	3
1.4.2 İndore Yöntemi	4
1.4.3 Statik (Silo) Tanklarda Kompostlaştırma	4
1.5 Hedeflenen Sonuç	6
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1 Materyal.....	10
3.1.1 Tarımsal Atıklar.....	10
3.1.2 Kurutma Makinası	11
3.1.3 Elek.....	11
3.1.4 Kıyma Makinası	12
3.1.5 Parçalama Makinası.....	12
3.2 Yöntem	13
3.2.1 Denemelerin Düzenlenmesi.....	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1 Kompost Gübre Üretimi ile İlgili Araştırma Sonuçları	19
4.2 Kompost Gübre Üretim Sisteminin Tasarımı/Geliştirilmesi	25
4.2.1 Sistem Akış Şeması	25
4.2.2 Kompost Gübre Üretim Sistemi	26
4.2.3 Sistemin Üniteleri	29

4.2.3.1 Atık Parçalama Ünitesi.....	29
4.2.3.2 Yığın Karıştırma Ünitesi	30
4.2.3.3 Kurutma ve Nem Alma Ünitesi.....	32
4.2.3.4 Özel Kırıcı Ünite(Değirmen).....	33
4.2.3.5 Yükleyici Helezon Ünitesi	34
4.2.3.6 Pelet-Baskı Ünitesi	35
4.2.3.7 Besleme(Taşıma) Ünitesi	35
4.2.3.8 Elek Ünitesi	36
4.2.3.9 Torbalama Kantarı Ünitesi	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	39
6. KAYNAKLAR.....	41

TEŞEKKÜR

Tez konumun seğimi, planlanması, araştırmanın y¼r¼t¼lmesi ve değerlendirmesine kadar her safhada mesai kavramı g¼zetmeden bana yardımcı olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR' e sonsuz teőekk¼rlerimi sunarım.

Araştırma ¼ncesinde ve araştırma safhasında kıymetli g¼r¼řlerini esirgemeyen Biyosistem M¼hendislięi B¼l¼m Başkanı Sayın Prof. Dr. Poyraz ÜLGER' e, Ziraat M¼hendisi Halil POLAT' a ve y¼ksek lisans eğitimimi sırasında eğitimime katkı sağlayan t¼m Biyosistem M¼hendislięi B¼l¼m¼ ¼ęretim ¼yelerine ayrıca ř¼kranlarımı sunarım.

Ali Vasfi ESKİCİOğLU

TEKİRDAğ/ŐUBAT 2013

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrad derece
C	Karbon
Cm	Santimetre
Cu	Bakır
D	Devir
Da	Dekar
dk	Dakika
EC	Elektrik iletkenliği
G	Gram
Fe	Demir
h	Saat
Ha	Hektar
HP	Beygir Güç
Hz	Herz
Kg	Kilogram
KW	Kilovat
L	Litre
Max.	Maksimum
Min.	Minimum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Azot
NH ₄	Amonyum
O ₂	Oksijen
s	Saniye
t	Ton
TL	Türk Lirası
V	Volt
W	Watt
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kompostlaşma Prosesi	3
Şekil 2.1. Örnek bir Evsel Atık Prosesi	8
Şekil 3.1. Kullanılan Atıklar	10
Şekil 3.2. Kurutma Makinası	11
Şekil 3.3. Kurutma Makinası Ucuna Eklenebilir Metal Aparat	11
Şekil 3.4. Elek	11
Şekil 3.5. Kıyma Makinası	12
Şekil 3.6. Parçalama Makinası	13
Şekil 3.7. Atıkların Kıyıcıda Kıyılma İşlemi	15
Şekil 3.8. Fermantasyon Öncesi İşlemler	16
Şekil 3.9. Elek İşlemi	16
Şekil 3.10. Kıyma Makinasında Pelet Baskı İşlemi	17
Şekil 3.11. Baskıdan Çıkan Yaş Peletler	17
Şekil 3.12. Kurutma Makinası ve Kurutulacak Peletler	18
Şekil 3.13. Kurutma Düzeneği ve Kurutma İşlemi	18
Şekil 4.1. Sistem Akım Şeması/Gübre Makinası	25
Şekil 4.2. Atık Parçalama Ünitesi / Elektrikli	29
Şekil 4.3. Atık Parçalama Ünitesi Teknik Resim	30
Şekil 4.4. Yığın Karıştırıcı Ünitesi/ Kuyruk Milinden Hareketli	31
Şekil 4.5. Kurutma ve Nem Alma Ünitesi	32
Şekil 4.6. Özel Kırıcı Ünite (Hikom Tipi Değirmen), Parçaları ve Kesit Görüntüsü	33
Şekil 4.7. Pelet Yükleyici Helezon Ünitesi	34
Şekil 4.8. Pelet-Baskı Ünitesi	35
Şekil 4.9. Besleme Ünitesi	36
Şekil 4.10. Sarsak Elek Ünitesi	36
Şekil 4.11. Torbalama Kantarı	37
Şekil 4.12. Tek Kefeli Serbest Akışlı Kantar	38
Şekil 4.13. Sistem ile Elde Edilecek Son Ürün	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’deki Bazı Tarım Ürünlerinin Yıllık Üretim ve Atık Miktarları	5
Çizelge 3.1. Kıyma Makinasının Özellikleri	12
Çizelge 4.1. Denemede Kullanılan Komposta Ait Analiz Sonuçları	19
Çizelge 4.2. Eleğe Giren ve Elekten Çıkan Madde Miktarının 10 s Sonundaki Miktarları	20
Çizelge 4.3. Eleğe Giren ve Elekten Çıkan Madde Miktarının 12 s Sonundaki Miktarları	20
Çizelge 4.4. Eleğe Giren ve Elekten Çıkan Madde Miktarının 14 s Sonundaki Miktarları	21
Çizelge 4.5. 60 Hz ile t Zamanda Kıyma Makinasına Giren ve Kıyma Makinasından Çıkan Madde Miktarı Tayini	22
Çizelge 4.6. 50 Hz ile t Zamanda Kıyma Makinasına Giren ve Kıyma Makinasından Çıkan Madde Miktarı Tayini	22
Çizelge 4.7. 70 Hz ile t Zamanda Kıyma Makinasına Giren ve Kıyma Makinasından Çıkan Madde Miktarı Tayini	23
Çizelge 4.8. 70°C Sabit Sıcaklıkta Kurutma Zamanı	23
Çizelge 4.9. 80°C Sabit Sıcaklıkta Kurutma Zamanı	23
Çizelge 4.10. 90°C Sabit Sıcaklıkta Kurutma Zamanı	24
Çizelge 4.11. 70°C Sabit Sıcaklıkta Kurutma Öncesi ve Sonrası Pelet Ağırlıkları	24
Çizelge 4.12. 80°C Sabit Sıcaklıkta Kurutma Öncesi ve Sonrası Pelet Ağırlıkları	24
Çizelge 4.13. 90°C Sabit Sıcaklıkta Kurutma Öncesi ve Sonrası Pelet Ağırlıkları	25
Çizelge 4.14. Gerekli Makine-Teçhizat Listesi	27
Çizelge 4.15. Atık Parçalama Ünitesi Özellikleri	30
Çizelge 4.16. Kompost Karıştırma Ünitesi Özellikleri.....	31
Çizelge 4.17. Kurutma ve Nem Alma Ünitesi Teknik Özellikleri	33

1. GİRİŞ

Tarım, endüstri ve teknoloji alanlarındaki gelişmeler artan nüfus ve hızlı kentleşme ile birlikte doğal dengelerin giderek bozulması sonucunda tüm canlıları tehdit edecek boyutlara varan hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Bu durum, sosyal ve ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesinde kullanılan kaynakların hızlı ve geri dönüşmez bir şekilde tahrip edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Atık yönetiminin temel bileşeni olan geri kazanım, çevre kirliliğini uzun vadede azaltmanın kaçınılmaz yoludur

Ülkemizde, özellikle son yıllarda yoğunlaşan tarımsal faaliyetlerden önemli miktarda tarımsal atık oluşmaktadır. Oluşan atık, tarladan temizlenmediğinde verimi düşürmekte ve toprak yapısına zarar verebilmektedir (Anonim a 2012).

AB Mevzuatı ise 3 Mayıs 2000 tarih ve 2000/532/EC sayılı Avrupa Atık Kataloğuna ilişkin Komisyon Karar metninde tarımsal atıkları “02-Tarım, Bahçecilik, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Ormancılık, Avcılık ve Balıkçılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklar” başlığı altında değerlendirmektedir.

1.1. Gübrenin Tanımı ve Özellikleri

Bitkisel üretimin ve çiftçilerin gelirlerinin artırılabilmesinin verimliliğin artırılmasına bağlı olduğu, verimliliğin geliştirilmesinde ise en etkin yollardan birisinin doğru gübre kullanımı olduğu bilinen bir gerçektir. Gübrelerin verimlilik artışıdaki payı koşullara göre değişse de, genel olarak % 50 civarında olduğu ifade edilmektedir (Berkes 1993).

Bitkilerin gelişme ve kalitesini etkileyen faktörlerden birisi de toprakta mineral besin elementleri yetersizliği nedeniyle dışarıdan takviye edilen gübredir. Mineral gübreler bitki besin maddelerinden bir veya bir kaçını bünyesinde bulundururlar. Sonuçta gübreleme bitki kalitesini, verimi arttırdığı gibi toprak ıslahında da kullanılmaktadır.

Ülkemizde petrolden sonra en çok dövizin tahsis edildiği mineral gübreler, tarımsal üretimin temel girdilerinden birisidir. Birim alandan elde edilen verimin arttırılmasında, gübreleme dolayısıyla toprağın bitki besin maddeleri ihtiyacının karşılanması, diğer bütün faktörlere eş olarak %50' ye kadar değişen oranlarda etkili olmaktadır.

1.2. Bitkisel Atık Tanımı

Temel olarak hasat sonrası ekilebilir arazide bırakılan ve temizlenmediği takdirde tarımsal verimi düşüren, temizlenmesi durumunda ise bir ekonomik getirisi olmayan atıklar **bitkisel atık** olarak adlandırılmaktadır.

Çevre kirliliğinde önemli bir paya sahip bitkisel atıklar, bu gün önemli bir problemdir. Bu atıkların çevre ile uyumlu bir yapıya dönüştürülmesi ve tarımda önemli bir girdi olarak kullanılabilmesi gerekmektedir.

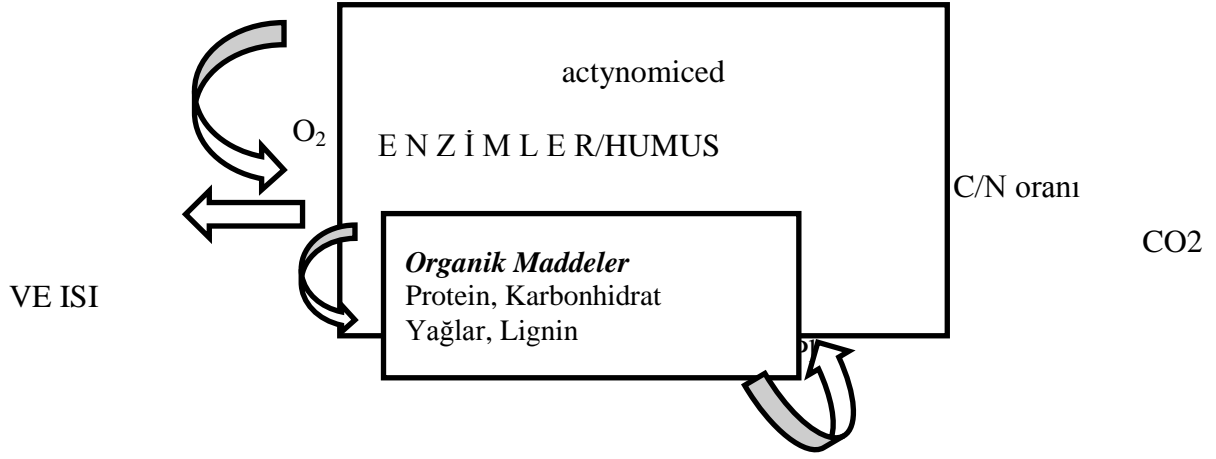
Gerek ulusal yönetmelikler gerekse de uluslararası direktifler atıkların yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanımlarını teşvik etmektedir.

1.3. Kompostlaştırma

Kompostlaştırma, organik maddelerin biyolojik olarak ayrışmasını sağlayan bir işlemdir (Epstein 1997). Kompostlaştırma, uygun yöntem ve ekipmanlar kullanılarak katı atık içinde bulunan organik maddelerin kontrollü bir şekilde mikroorganizmalar tarafından çürütülerek, toprak için faydalı olan humus benzeri bir maddeye dönüştürülmesi işlemidir.

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 (Tchobanoglous ve ark. 1993).

Diğer bir ifadeyle, kompostlaştırma; toprağa uygulanmak üzere uygun stabil nihai ürünün elde edilmesini ve organik madde (yaprak, odun, kağıt) ayrışmasını sağlamak üzere (Şekil 1.1) deki gibi aerobik bakteriler ve diğer mikroorganizmaların faaliyetlerine imkan veren kontrollü bir bozunma prosesidir (Aguilar ve ark. 1997).



Şekil 1.1. Kompostlaşma Prosesi (Almaca ve Sürücü 2008)

Kompostlaştırma ham maddedeki bir çok besleyici maddeyi saklar ve bunları stabil organik bileşiklerde stoklar. Bu da bitkilere besinlerin hızlı bir şekilde sağlanmasını azaltır, ancak bunların yavaş yavaş serbest bırakılmasını sağlar. Bu olgunlaşma periyodunu aktif kompostlaştırma dönemi izler. Maddeler daha yavaş hızda olmak üzere biyokompostlanmaya devam eder ve oksijen tüketim hızı azalır. Aktif biyokompostlaştırma döneminden sonra elde edilen komposttaki azot elementi, amonyum (NH_4^+) halindedir. Birçok bitki, yüksek konsantrasyondaki amonyumdan zarar görür. Kompostlaştırma süreci belli bir noktada durmaz. Maddeler "enerji yorgunu" organikler ve inorganikler kalana kadar parçalanmaya devam eder. Her şeye rağmen kompost göreceli olarak stabil olur ve uzun süre bu durumda kalır. Olgunlaşmamış kompost tarlaya uygulandıktan sonra da oksijen tüketmeye devam eder ve topraktan bitkiye giden O_2 miktarını azaltır.

1.4. Bazı Kompost Üretim Teknikleri

Çok sayıda kompost üretim tekniği olduğu bilinmektedir. Ancak temel olarak en fazla bilinen ve kullanılan yöntemlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

1.4.1. Yığın Yöntemleri

Küçük tarım işletmelerinde ve ev bahçelerinde eldeki materyal miktarı, kullanılacak yer, ayrılacak işgücü (ortalama 10 ton kompost 30 iş/gün) gibi faktörlere bağlı olarak yığın yöntemlerinden birisi tercih edilir. Basit yığınlarda materyaller kıyılıp karıştırıldıktan sonra yığılarak sulanıp kapatılır. Odunsu materyalin parçalanmadan sonra ön işlem olarak bir süre

su içerisinde bekletilerek bünyesine su çekmesinin sağlanması üretimi hızlandırmaya yardım edecektir (Anonim b 2012).

1.4.2. İndore Yöntemi

Kompost yapımında kullanılan en yaygın yığın yöntemidir. Bu yöntemde kompost yığını içerikleri farklı olan materyalin tabakalar halinde yerleştirilmesinden meydana gelmiştir (Anonim b 2012).

1.4.3. Statik (Silo) Tanklarda Kompostlaştırma

Parçalanmış materyal üstü açık düşey silo şeklindeki tanklara yerleştirilir. Otomatik olarak nem, oksijen ve sıcaklık belli seviyelerde tutularak havalandırma periyodik olarak alttan emilme ile yapılır. Karıştırma yapılmaz. Birkaç gün içerisinde olgunlaşan kompost kendi ağırlığının sağladığı hareketle ızgara şeklindeki tank tabanına doğru ilerler (Anonim b 2012).

Kompost üretmek ve kullanmak doğal sistemlerin kaynak tabanını ve fonksiyonelliğini korumak, tarım sistemlerinin temeli toprağın sürdürülebilirliğini ve verimini sağlamak, yerleşim sistemlerinin en büyük çevresel problemi olan çöp sorununa çözüm üretmek demektir.

Kompost olgusu global ekosistemin üç ana alt sisteminin denge ve verimliliğine hizmet eden mucizevi bir formüldür. Özellikle baklagiller familyasına ait hızlı büyüyen ağaç formlarını sınır ağaçlandırması, peyzaj alanı yaratmak gibi amaçlarla tarım sistemlerine sokarak yerkürenin birincil üretimine biyomas katkısında bulunmuş, toprağın derin katmanlarındaki yararlanamadığımız besin elementlerinin bize ulaşmasını sağlamış olmanın yanı sıra sürekli kompost materyali kaynakları elde edebiliriz.

Türkiye'nin tarımsal alanı yaklaşık 26.350 milyon hektardır. Bunun %38,4 ü ekili alan, %44,1 i orman, %10,4 ü nadas alanı, %7,1 i meyve ve sebze ekili alandır. Tahıllar, yağlı tohumlar ve yumrular ülkemizde en yaygın ürünlerdir. Türkiye'de yıllık bitkisel atık miktarı yaklaşık 50-60 milyon tondur. Atıklar, bitkisel üretimden sonra tarlada bırakılır. Tahıl samanı çeşitli amaçlar için kullanılır. Örneğin hayvan yemi ve hayvan altlığı olarak kullanılmaktadır. Endüstriyel bitkisel ürünlerin üretiminden kalan başlıca atıklar tarlaya bırakılır. Bunlar; tütün sapı, pamuk sapı, Ayçiçek sapı, çeltik atığı gibi atıklardır.

Türkiye'deki tarla ve bahçe ürünlerinin yıllık toplam üretimi ve atık miktarları Çizelge 1.1. de verilmiştir. Atıkları kompostlaştırarak toprağa uygulamak suretiyle toprağı doğal olarak zengin minerallerle beslemek mümkündür (Saraçoğlu 2008).

Çizelge 1.1. Türkiye'deki bazı tarım ürünlerinin yıllık üretim ve atık miktarları (Anonim c 2012)

Ürünler	Üretim (ha)	Alan (ha)	Atık miktarı (t)
Buğday	22.439.043	9.265.785	23.433.811
Arpa	8.327.457	3.732.992	8.923.012
Çeltik	331.563	59.879	287.279
Tütün	181.382	222.691	410.775
Pamuk	2.292.988	680.177	3.252.471
Ayçiçeği	836.269	545.963	2.259.121
Fındık	652.803	286.697.557	2.744.423

Toprağın sürdürülebilirliği için toprak işleme, bitki rotasyonu, şehir artıklarından elde edilen çöp gübresi, çiftlik gübresi, bazı bitki ve kök atıkları, fabrikasyon artıkları gibi toprağa organik madde verici maddeler verilmesi şüphesiz koruma ve geliştirme çalışmalarının bir parçasıdır. Toprağın sürdürülebilirliği düşünülürken, o bölgede kullanılabilecek bol miktarda bulunan ve ekonomik olabilecek maddeleri göz önünde bulundurmamak bu günün ekonomik koşullarının gereğidir.

Araştırma sonucunda elde edilecek bulgular ve veriler ile üretim prosesi belirlenecek seri bağlı makineler dizinini ile atık halde sisteme verilecek bitkisel girdiden, ekonomik değer ifade eden gübre üretilebileceği görülecektir.

Bu araştırmanın konusu, herhangi bir kimyasal katkı yapmadan bitkisel atıklardan kompostlaştırma yoluyla bitki besleme materyali (bitkisel kökenli gübre) üretecek makine geliştirmektir.

Tarımsal atıklar, bitkisel ve hayvansal ürün elde edilmesi ve işlenmesi sonucunda ortaya çıkan atık ve artıklardır. Bitkisel atıklara örnek olarak, ağaçları, mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkileri otları, yosunları, denizdeki algleri, evlerden atılan meyve ve sebze artığını saymak mümkündür. Bitkisel atıkların bitkinin var olduğu her yerde olması, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli birer doğal gübre kaynağı olarak görülmelidir. Petrol, kömür, doğal gaz gibi tükenmekte olan suni gübre ve enerji kaynaklarının kısıtlı olması, ayrıca bunların çoğunun çevre kirliliği

oluşturması nedeni ile bitkisel atıkların kullanımı gübre ihtiyaçı sorununu zmeğ için önemli bir alternatiftir.

Bitkisel atıkların tarladan, bahçeden toplanması ile başlayan süreç; elek, karıştırıcı, değirmen, pelet baskı, kurutma fırını, paketleme gibi temel makine ögelerinden oluşan seri bağlı makinelerin kullanılması ile ekonomik değer ifade eden gübre çıktısı eldesi araştırmanın konudur.

1.5. Hedeflenen Sonuç

Türkiye'de yıllık 50-60 milyon ton civarındaki bitkisel atıkların değerlendirilmesi ve ekonomiye kazandırılması, insan sağlığını tehdit eder boyutlara varan kimyasal madde destekli konvansiyonel tarımsal üretime alternatif olan ve gelişmiş ülkelerde yaygınlaşan organik tarım ve iyi tarım uygulamalarına bitkisel kökenli bitki besleme materyalinin üretilmesi hedeflenen sonuçlardan bazılarıdır.

Toprağın korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, bitkisel atıkların bu üretim şekliyle değerlendirilmesi suretiyle kısmen orman yangınlarının ve evre kirliliğinin önlenmesi (görüntü olarak ve atıkların yakılması sonucu atmosferin kirlenmesinin önlenmesi), bu atıklara ekonomik kazandırılarak üretim mahallinde istihdam yaratılması ve kırsal kesimde yaşayanlara bir gelir kaynağı oluşturmak suretiyle anız ve bitkisel atıkların yakılmasının önüne geçilmesi hedeflenen diğer sonuçlardır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hızla artan insan nüfusu, buna bağlı olarak değişim gösteren ekonomik koşullar ve yoğun teknoloji talebi, milyonlarca yıldır devam eden tarımsal döngü sürecini etkilemiş ve ciddi bir tarım arazilerinde kirliliğe neden olmuştur. Atıkların dengeli bir ürüne dönüştürülerek doğada tekrar kullanılması tarımsal atık yönetiminin de öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, dünyanın birçok yerinde her gün yüz binlerce ton tarımsal atıklar ve organik kökenli kentsel atıklar oluşmakta ve bu atıklar komposta dönüştürülerek başta tarım ve orman alanlarının iyileştirilmesi olmak üzere çok yönlü amaçlar için kullanılmaktadır (Ayrıl ve ark. 2008).

Kompost, genel anlamda çiftlik gübresine yakın ya da üzerinde değerler göstermektedir. Ortalama değerleri alırsak tarla uygulamalarında dekara 10 ton civarında verilebilir ve bu miktar 150-200 kg arasında kompoze gübreye denk gelir. Günümüzde sebzeçilik, süs bitkileri, fidancılık hatta bodur meyve yetiştiriciliğinde topraksız veya kısmi topraklı gelişme ortamlarının kullanılması oldukça yaygınlaşmıştır. Ekonomik, doğaya dost ve verim artırıcı olan kompostun birçok gelişme ortamına alternatif ya da destek olabilecek bir materyal olarak ilerde gittikçe önem kazanacağı göz önünde bulundurulması gereken diğer yönüdür (Yalçın ve ark. 2010).

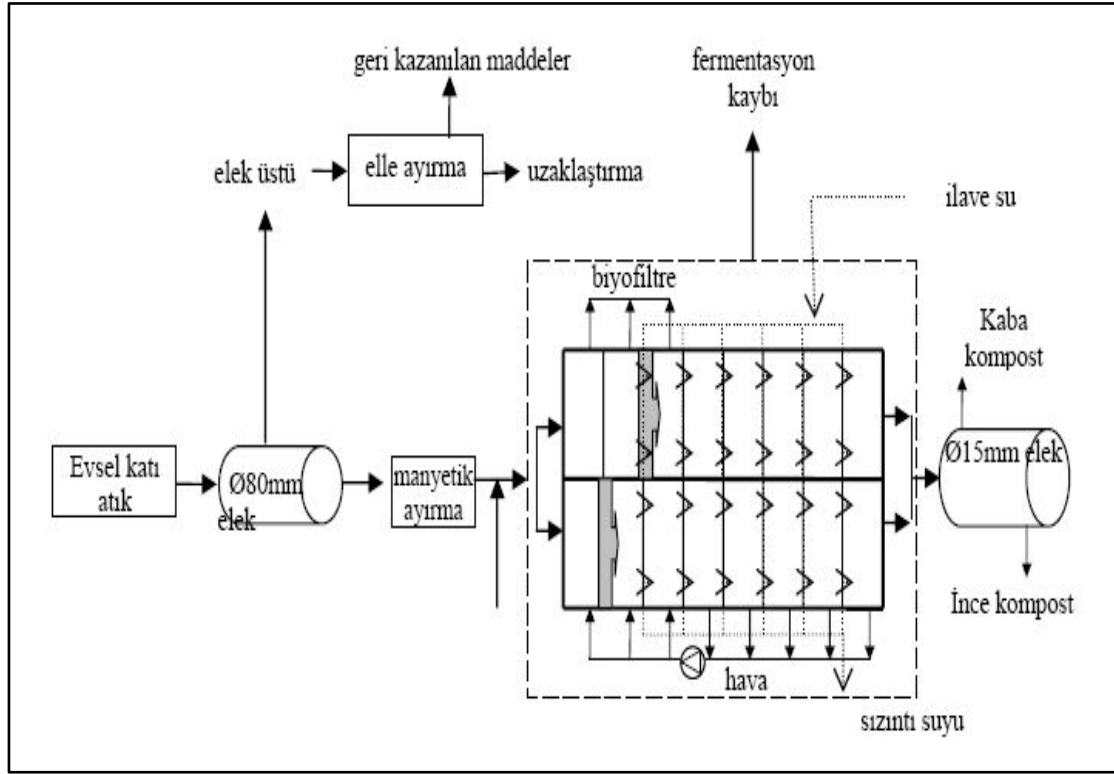
Tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı birçok ülkede, bol ve ucuz maliyetle sağlanabilen pek çok tarımsal atık, kompost haline getirildikten sonra pelet gübre olarak kullanılır. Pelet gübrelerin özellikleri, zengin besinsel içerikleri, üretimlerinin düşük teknolojik maliyetle sağlanabilmeleri ve tarımsal endüstriyel atıklar üzerinde üretilebilir olmaları nedeniyle ticari olarak üretilebilmeleridir (Yalınkılıç ve ark. 2002).

Kompost; N, P ve K gibi ana bitki besinlerini içermesi, Cu, Fe ve Zn gibi mikro bitki nütrientlerini içermesi gibi özellikleri ve daha iyi toprak havalanması, daha iyi su tutma kapasitesi sağlaması gibi özelliklerinden dolayı bir toprak şartlandırıcısı olarak kullanılabilir (Özbaş ve ark. 2002).

Türkiye topraklarının yaklaşık % 65-70'inin az veya çok az organik madde içermeleri ve bunların da zaman içerisinde daha da azalarak toprakların fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz şekilde etkiledikleri bilinmektedir. Toprak organik maddesi toprakta çok yönlü etkiye sahiptir (Demirtaş ve ark. 2005)

Gerek ulusal yönetmelikler gerekse de uluslararası direktifler atıkların yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanımlarını teşvik etmektedir. Bu sebeple tarımsal ve evsel

atıkların alternatif teknolojiler kullanılarak yararlı hale getirilmesi önem arz etmektedir. (Şekil 2.1.) deki örnek bir evsel atık prosesinde de görüleceği üzere, kompostlaştırma sistemleri yakma, piroliz, gazifikasyon gibi termal sistemlere nazaran daha çevre dostu bir teknoloji olup, dünya genelinde farklı sistemleriyle yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. Örnek bir Evsel Atık Prosesi (Korkut ve Erol 2007).

Ülkemizde üretilen atığın, atık karakteristiği açısından büyük bir kısmının kompostlaştırmaya uygun olduğu düşünüldüğünde (özellikle tarımsal atık); bu yöntem sonucu elde edilecek kompostun tarımsal amaçla kullanılabilir kaliteli ve verimli bir çıktı olacağı açıktır. Kompostlaştırma sonucu elde edilen kompost, toprağı ıslah edici, organik değeri ve su tutma kabiliyeti yüksek bir malzemedir. Toprağın boşluk hacmini artırıp havalandırılmasını, besin maddelerinin daha iyi kullanılmasını sağlamakta ve toprağın işlenebilirliğini kolaylaştırmaktadır (Yıldız ve ark. 2010).

Organik atıkların kompostlaşması aslında bir ayrışma, parçalanma olayıdır. Bu parçalanmayı mikrobiyal faaliyet sağlamaktadır. Mikrobiyal aktivitenin de her ısı artışı ile en az iki kat arttığı bilinmektedir. Bu bakımdan, yığında ısının artışı iyi ayrışmaya bir işarettir. Ancak kompostlaşmaya bırakılan yığınlarda sıcaklık, uzun süre 45 - 55°C de tutulmalıdır. Bu

sıcaklık derecelerinde organik atıklar daha hızlı parçalanmaktadır. Kompostlaşma sonuna doğru mikrobiyal aktivite yavaşlar, dolayısıyla sıcaklık da azalır (Akgül ve Aksoy 2009).

Bitkisel atık yakımı ile çıplak kalan toprak, su ve rüzgâr erozyonuna uğramakta ve toprağın verimi, organik üst tabakasını kaybetmek suretiyle düşmektedir. Bitkisel atık yakımı, atmosfere karbondioksit salarak küresel ısınmaya da sebep olmaktadır. Yaban hayatı açısından da bitkisel atık yakmanın ciddi etkileri vardır. Ekin biçilirken yere düşen taneciklerden birçok evcil ve yabani hayvan beslenmektedir. Bitkisel atık yakılırken bu taneciklerde yandıkları için, yaban hayatı bir besin kaynağını kaybetmiş ve belki de onu bekleyen kışı daha zor geçirmeye mahkûm edilmiş olmaktadır. Dünyanın artan nüfusu, yoğun tarım uygulamaları ile giderek artan gübre hammaddesi ihtiyacı, çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek kaynaklardan belki de en önemlisi bitkisel atıklardır (Anonim d 2012).

Bitkisel atık ve katı atık yönetimi, sistem yaklaşımıyla ele alınması gereken bir konudur. Sistem yaklaşımı; atık yönetiminin atık oluşumu, toplama, işleme ve uzaklaştırma gibi temel unsurları yanında enerji, çevre koruma, kaynakların korunması, verimlilik artışı, istihdam gibi konularla bütünlük içinde ele alınmasını gerektirir (Agrawal ve ark. 1990).

Literatürde konuyla ilgili bir takım farklı çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, tavuk dışkıları ile üzüm bağlarının budanmasından kaynaklanan atıkları farklı oranlarda karıştırarak kompostlaştırmışlardır. Karbon içeriği yüksek olan üzüm bağı atığı kullanılarak kompostlaştırılacak atık karışımının C/N oranının, optimum C/N aralığına çekilmesi sağlanmıştır. Çalışma kapsamında dört farklı reaktöre sırasıyla %20, %25, %35 ve %50 oranlarında eklenen üzüm bağı atıklarının tavuk dışkıları ile kompostlaştırılması sonucunda en yüksek organik madde bozunması ve sıcaklık değeri %50'lik karışımın bulunduğu Reaktörde gözlenmiştir (Külcü ve ark. 2008).

Ayrıca özellikle organik veya ekolojik tarımda toprağa fosfor kazandırmanın bir diğer yolunun da ham fosfat kayalarının öğütülerek ortama ilave edilmesi olduğu belirtilmiştir (Anonim e 2012).

Yine literatürde, elde edilen kompostun bitkilere uygun hale getirilmesi için son kompostta (kompost ürününe) kimyasal gübrelerin eklenebileceğinden bahsedilmektedir (Elmaslar ve ark. 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak; ayçiçeği, mısır, buğday sapları ile şekerpancarı artığı eşit oranlarda karıştırılarak kullanılmıştır.

Tasarlanacak sistemin bazı temel parçalarının ve ünitelerin bir kısmının yerine benzer işlemlere sahip çok daha pratik ve basit el aletleri kullanılmıştır. Kurutma ve nem alma ünitesi yerine; kurutma makinası ve kurutma aparatı, atık parçalama ve özel kırıcı değirmen üniteleri yerine ise kıyıcı kullanılmıştır. Elek ise un kıvamına getirilmiş hammaddenin baskı ünitesinde işlenmeye hazır hale getirilmesi için kullanılmıştır. Pelet baskı ünitesi yerine ise kıyma makinası kullanılmıştır. Özellikle fermantasyon süresinin uzunluğu nedeniyle bu deneme yaklaşık 3 ayda tamamlanmıştır. Sıcaklık ölçümü için termometre kullanılmıştır.

Bu çalışma sonucunda önerilen sistemin tüm parçaları ve süreçleri bu deneme sürecinde kullanılamamıştır. Ancak bununla birlikte çok basit ve ilkel şartlarda dahi olumlu sonuç elde edilen böyle bir denemenin, daha büyük, detaylı ve kompleks çalışmalar için bir pilot uygulama olacağı anlaşılmaktadır.

3.1.1. Tarımsal Atıklar

Araştırmada ölçümler 20 g. ayçiçeği sapı, 20 g. mısır sapı, 20 g. buğday sapı(saman) ve 20 g. şekerpancarı artığı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Kullanılan Atıklar

3.1.2. Kurutma Makinası:

Kompost üretmek amacıyla hazırlanan karışımı kurutmak amacıyla 2 KW gücünde bir kurutma makinası kullanılmıştır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Kurutma Makinası

Kurutma makinası ile birlikte 15 cm uzunluğunda, 5 cm çapında üzerinde 1 mm çapında 150 adet delik bulunan bir aparat da kullanılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Kurutma Makinası Ucuna Eklenebilir Metal Aparat

3.1.3. Elek

Çalışmada delik çapı 0,5 mm, taban çapı 10 cm ve eleme kapasitesi 400 g olan elek kullanılmıştır (Şekil 3. 4).



Şekil 3.4. Elek

3.1.4. Kıyma Makinası

Denemelerde kullanılan kıyma makinesi (Şekil 3.5.) manuel olup özellikleri Çizelge 3.1. de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kıyma makinasının özellikleri

Özellikleri	Miktarı/Cinsi
Kontrol	El ile
Kapasite	0,5 kg
Delik çapı	3mm
Ağırlık	2kg
Besleme Kapasitesi	500g/dk
Periyot	0,5s
Kol yarıçapı	10 cm
Boy	20 cm
Yükseklik	10 cm
Son Ürün Kesme Bıçağı	Yok



Şekil 3.5. Kıyma Makinası

3.1.5. Parçalama Makinası

Araştırmada 1 L kapasiteli, cam ölçme haznesi olan, 0.4 kW gücünde parçalama makinası kullanılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Parçalama makinası

3.2. Yöntem

Tarımsal alanlarda üretilen her türlü bitkiye ait (buğday, arpa, yulaf, mısır, ayçiçeği, pamuk sapları, şekerpancarı atıkları, ağaç dal ve yaprakları, budama atıkları, orman emvali üretim atıkları v.s.) atıkların hammadde olarak kullanılacağı bu projede yöntem olarak şu proses uygulanacaktır:

- 1- Hasat sonrası oluşan bitkisel atıkların "toplanarak üretim mahalline" getirilmesi,
- 2- Üretim mahalline getirilen bitkisel atıkların "parçalama ünitesinden" geçirilmesi,
- 3- Parçalanan atıkların "karıştırma ünitesine" aktarılması ve burada fermantasyonu gerçekleştirmek için kuru madde itibariyle %10 at gübresi ve doğal yapıştırıcı ve besin destekleyici olarak %10 oranında tavuk gübresi ilavesiyle ünitedeki karıştırma işleminin tamamlanması,
- 4- Karıştırma ünitesinden alınan karışımın ıslatılması ve "fermantasyon ünitesinde" ortalama 60-90 gün süreyle bekletilmesi ve kompostlaştırılmasının sağlanması,
- 5- Fermantasyon bitiminde kompost haline gelen materyalin "1. kurutma ve nem alma ünitesine" alınması ve 75 °C 'de % 9-10 rutubetinde kurutulması ve doğal sterilizasyonun yapılması,
- 6- Kurutulan materyalin "öğütme ünitesine" (değirmen) alınarak un kıvamında öğütülmesi,
- 7- Öğütülen materyale belirli bir buhar uygulayarak neminin artırılması, sonrasında "pelet baskı" ünitesine alınması ve pelet-granül haline getirilerek 2 mm. boyutlarında kesilmesi,
- 8- Peletlenen ve kesim işlemi tamamlanan materyalin "2. kurutma ve nem alma ünitesine" alınması ve istenilen oranda kurutulması,
- 9- Soğutulan ürünün "tartım ve ambalajlama" ünitesine alınması ve 50 kg. ağırlığında torbalanması, etiketlenmesi ve kullanıma hazır hale getirilmesi.

3.2.1. Denemelerin Düzenlenmesi

Araştırma iki bölümden oluşmaktadır: Kompost gübre üretimi ile ilgili örnek bir çalışma ve kompost gübre üretimi için bir sistemin tasarlanması. Çalışmada temel olarak üzerinde durulan ve geliştirilmesi düşünülen makine (seri bağlı makine üniteleri) kullanılarak üretim prosesi yukarıda açıklanmıştır. Bu çalışmanın uygulanabilirliğinin gösterilmesi ve ispat edilmesi amacıyla yapılan prototip deneme çalışması ile ilgili açıklamalar aşağıda belirtilmiştir. Bununla birlikte tasarlanan sistemin bazı üniteleri yerine ya farklı ikame araçlar kullanılmış ya da proses farklılaştırılarak temel döngü bozulmadan ve çalışma sonucuna direkt etki etmeden analitik bir çalışma yapılmıştır. Örneğin; 1. ve 2. Kurutma üniteleri, denemede sadece kurutma makinası ile temsil edilmiştir. Diğer bir ifade ile sistemin ana birimlerinden olan Kurutma ve Nem Ünitesi yerine çalışmamız için oluşturulan denemede kurutma makinası ve kurutma aparatı kullanılmıştır. Ayrıca; yükleme ve taşıyıcı gibi aktarma organları ile kantar(tartı) ise hiç kullanılmamıştır.

Hazırlık aşamasında; denemeler için 20'şer gramlık eşit miktarlarda hazırlanan ayçiçeği sapı, mısır sapı, buğday sapı(saman) ve şekerpancarı artığı kullanılmıştır.

Atık Parçalama aşamasında; ilk işlem eleğe giren karıştırıcıdan geçirilmiş atıkların 10, 12 ve 14 saniye sonunda elekten çıkan atıklarla mukayesesi yapılmıştır. Denemeler 3'er tekrarlı olarak yapılmıştır.

Fermantasyon ve Özel Kırıcı aşamasında; elekten kalıp, karıştırıcıya işlenmek üzere geri Atık Parçalama Ünitesinde fermantasyon için ideal boyutlarda (3-7cm) parçalama yapıldıktan sonraki süreçlerde kullanılan Özel Kırıcı Ünite ile bu atıklar un haline getirilmiştir. Denemeler 3'er tekrarlı olarak yapılmıştır.

Pelet-Baskı İşlemi aşamasında; elekten çıkan un haline getirilmiş atıkların değişken devirlerde kıyma makinasına giren ve çıkan madde miktarının tespiti ve bu işlem için gerekli zamanın belirlenmesi için ölçümler yapılmıştır. Denemeler 3'er tekrarlı olarak yapılmıştır. Bu deneme sistemimizdeki pelet-baskı ünitesinin işlevini görmektedir.

Kurutma ve Nem Alma aşamasında; sırasıyla 70 °C, 80 °C ve 90 °C sıcaklıklar için denemeler yapılmış ve kurutma zamanları ayrı ayrı tespit edilmiştir. Tasarlanan sistemde kullanılması önerilen 1. ve 2. Kurutma Sistemleri (kurutma özelliği olan pelet-baskı makinası kullanılması durumunda tek kurutma ünitesi kullanılabilir) yerine denemelerimizde kurutma makinası ve delikli, metal kurutma aparatı kullanılmıştır. Denemeler 3'er tekrarlı olarak yapılmıştır.

Kurutma işlemi kurutma fırınlarında ya da kurutma ve nem alma özelliği olan pelet-baskı üniteleri yardımıyla yapılabilir. Nem verilerek %20 ıslak halde bulunan peletler kurutma sonrasında ortalama %9-10 nem miktarına indirgenecektir.

Ortam Sıcaklığı: 22 °C olarak ayarlanmıştır.

Tüm Denemeler 3(üç) tekerrür olarak yapılmıştır.

Kurutma, 312 s' de ve 80°C sıcaklıkta yapılmıştır. Giren atıkların ortalama %65 ile %70'i peletleme işlemi için kıyma makinasına konulmuştur. Elekte kalan atıklar ise, yeniden öğütülmesi ve tane boyutunun küçültülmesi için yeniden kıyıcıda kıyma işlemine tabi tutulmuştur.

Kurutma Makinası sıcaklığı 70, 80 ve 90 °C' larda uygulanarak, deneme her bir sıcaklık değeri için 3 tekerrür olarak yapılmış olup; 90°C de gübrenin yanmaya başladığı gözlemlenmiştir. 70°C de ise kurutma süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte ideal kurutma sıcaklığının 80°C olduğu tespit edilmiştir.

80 g olarak belirlenen atıklar ince bir hale gelinceye kadar kıyıcıda 180 saniye boyunca kıyılır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Atıkların kıyıcıda kıyılma işlemi

Daha sonra, 10 g tavuk gübresi, 10 g at gübresi ve 35 ml su eklenerek fermantasyona bırakılır (Şekil 3.8.).

Yaklaşık 60 ile 90 gün sonra üstü kapalı karışım açılır. Yaklaşık %50 oranındaki rutubet %30 oranına düşer.

Fermantasyon süreci oldukça uzun sürdüğü için bu deneme 3 farklı zaman dilimlerinde ve ortalama 3 ayda tamamlanmıştır.



Şekil 3.8. Fermantasyon Öncesi İşlemler

Fermente olmuş karışımda bulunabilecek taş vb. yabancı nesnelere için elek kullanılır. Tane boyutu büyük işlenebilir hammadde gerekirse yeniden kıyıcıya sokulabilir. Deneyimizde 80 g olarak pelet baskıya giren karışım 60 g olarak çıkmış olup, harcanan zaman 12 s olmuştur. Bir sonraki süreçte karışımın nemlendirilerek peletlenmesi bulunmaktadır (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Elek işlemi

Pelet prese giren karışım burada 90°C de sıcak buhara maruz bırakılır. Karışıma % 40 su dâhil edilir. Hamur haline gelen karışımın, girmiş olduğu ağırlığı önemli ölçüde artmış olur (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Kıyma Makinasında Pelet Baskı işlemi

Gübre makinalarında kullanılabilmesi için pelet çapının 2-3 mm aralığında olması önemlidir (Polat ve ark., 2006).

Kıyma makinasının delik çıkış çapı 3mm olanı tercih edilmiştir. Pelet presin çıkış ağız kısmında bıçak bulunmadığından lineer bir şekilde çıkan ürün (Şekil 3.11.) kurutmaya bu şekilde verilecektir.



Şekil 3.11. Peletten çıkan yaş peletler

Kıyma makinasından çıkan peletler, üfleme ağız ile peletler arasında 15 cm mesafe bulunan kurutma makinası ve kurutma aparatı yardımıyla kurutulmakta ve nemi istenilen seviyeye indirgenmektedir (Şekil 3.12.). Bu aşamada kurutma, ortalama 312 s de ve 80°C sıcaklıkta yapılmıştır (Şekil 3.13.). Bu süre, ürünün istenilen nem seviyesine getirilmesi için geçen sürenin hesap edilmesiyle ortaya çıkan değerdir.



Şekil 3.12. Kurutma makinası ve kurutulacak peletler



Şekil 3.13. Kurutma düzeneği ve kurutma işlemi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kompost Gübre Üretimi ile İlgili Araştırma Sonuçları

Çizelge 4.1’ de de belirtilen ve Eylül 2012’ de yapılan analiz sonuçları verilen kompostlar kullanılarak, denemeler yapılmıştır.

“t” zamanda ve 50, 60 ve 70 Hz sabit devirlerde pelet-baskı için kıyma makinasına giren ve peletlenerek çıkan madde miktarı tayini Çizelge 4.5. Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.7. de ayrı ayrı belirtilmiştir.

İdeal kurutma sıcaklığının ve zamanının tespit edilmesi için ayrı ayrı ölçümler yapılarak; 70°C sıcaklık için Çizelge 4.9. de, 80°C sıcaklık için Çizelge 4.10. de ve 90°C sıcaklık için Çizelge 4.11’ de belirtilmiştir. 70°C sıcaklıkta tam kuruma olmaması ve 90°C sıcaklıkta ise pelet gübrenin yanmaya başlaması nedeniyle istenilen kurutma sıcaklığının 80°C olduğu görülmüştür. Bu işlem için harcanan 312 saniye olmuştur. Denemelerde kullanılan atıkların, tamamen doğal yani tarladan toplandığı gibi alınıp herhangi bir katkı maddesi eklenmeyen kompost olduğu yukarıdaki tablodaki analiz sonuçlarından da anlaşılmaktadır.

Hazırlık aşamasında; denemeler için kullanılan ayçiçeği sapı, mısır sapı, buğday sapı (saman) ve şekerpancarı atıkları 20’şer gram olarak ayrılmıştır. Bu atıklara ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemede kullanılan komposta ait analiz sonuçları

Element	Miktar
Cu (mg/kg)	16,40
pH	7,7
EC(mmhos/cm)	2,94
Azot %	2,17
Zn (mg/kg)	85,30
Fe (mg/kg)	14,40
C/N	11,98

Atık Parçalama işlemi ile ilgili olarak; eleğe giren atıkların 10, 12 ve 14 saniye sonunda elekten çıkan atıklarla mukayesesi Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’ te verilmiştir.

Çizelge 4.2’ de zaman sabit tutularak, eleğe giren atık değişkeninin elekten sonraki miktarı ölçülmüştür. Ortalama 81,33 gram giren atıklardan, 10 saniye sonunda ortalama 54,66 gramı tanecik boyutunun pelet gübre üretimi için uygun boyutta olduğu belirlenmiştir. Bir başka ifade ile giren atıkların ortalama %34,5 ‘i yeniden kıyılmak ve tane boyutu küçültülmek üzere kıyıcıda tekrar işleme tabi tutulacaktır.

Çizelge 4.2. Eleğe giren ve elekten çıkan madde miktarının 10 s sonundaki miktarları

Zaman (s)	Eleğe giren madde miktarı (g)	Elekten çıkan madde miktarı (g)	% değişim
10	80	55	68
10	88	58	65,9
10	76	51	62,7
Ortalama	81,33	54,66	65,5

Çizelge 4.3’ de zaman sabit tutularak, eleğe giren atık değişkeninin elekten sonraki miktarı ölçülmüştür. Ortalama 84,30 gram giren atıklardan, 12 saniye sonunda ortalama 57,66 gramı tanecik boyutunun pelet gübre üretimi için uygun boyutta olduğu belirlenmiştir. Bir başka ifade ile giren atıkların ortalama %32 ‘si yeniden kıyılmak ve tane boyutu küçültülmek üzere kıyıcıda tekrar işleme tabi tutulacaktır.

Çizelge 4.3. Eleğe giren ve elekten çıkan madde miktarının 12 s sonundaki miktarları

Zaman (s)	Eleğe giren madde miktarı (g)	Elekten çıkan madde miktarı (g)	% değişim
12	78	56	71
12	90	64	71
12	85	53	62
Ortalama	84,3	57,66	68

Çizelge 4.4’ te zaman sabit tutularak, eleğe giren atık değişkeninin elekten sonraki miktarı ölçülmüştür. Ortalama 81,60 gram giren atıklardan, 14 saniye sonunda ortalama 57 gramı tanecik boyutunun pelet gübre üretimi için uygun boyutta olduğu belirlenmiştir. Bir başka ifade ile giren atıkların ortalama %30,4’ ü yeniden kıyılmak ve tane boyutu küçültülmek üzere kıyıcıda tekrar işleme tabi tutulacaktır.

Çizelge 4.4. Eleğe giren ve elekten çıkan madde miktarının 14 s sonundaki miktarları

Zaman (s)	Eleğe giren madde miktarı (g)	Elekten çıkan madde miktarı (g)	% değişim
14	77	50	64,9
14	81	59	72,8
14	87	62	71,2
Ortalama	81,6	57	69,6

Fermantasyon ve Özel kırıcı işlemleri aşamasında; elekte kalıp, kıyıcıya işlenmek üzere geri gönderilen ve yeniden işlenen atıklar ile elenen atıklar Atık parçalama ünitesinde fermantasyon işlemine yaklaşık 3 ay tabi tutulmuştur. Artığın un haline gelmesi kıyıcı sonrası eleme işlemi ile yapılmıştır.

Pelet-Baskı işlemi sırasında; un haline getirilmiş atıkların değişken devirlerde kıyım makinasına giren ve çıkan madde miktarının tespiti ve bu işlem için gerekli zamanın belirlenmesi gözlenmiştir. Bu tasarlanan sistemimizdeki pelet-baskı ünitesinin işlevini anlatmaktadır.

Çizelge 4.5. de 60 Hz ile öğütme işlemi yapan kıyım makinasına, ortalama 112,6 gram olarak giren un kıvamındaki atıkların ortalama 60 saniyede yaklaşık 110 gram olarak çıktığı tespit edilmiştir. Kayıp sadece ortalama % 2,4 olmuştur.

Çizelge 4.5. 60 Hz ile t zamanda kıyma makinasına giren ve kıyma makinasından çıkan madde miktarı tayini

Hız (dak ⁻¹)	Zaman (s)	Giren madde miktarı (g)	Çıkan madde miktarı (g)
60	60	112	110
60	62	110	109
60	58	116	111
Ortalama	60	112,6	110

Çizelge 4.6.' de 50 Hz ile öğütme işlemi yapan kıyma makinasına, ortalama 112,6 gram olarak giren mikron ölçeğinde tanecik boyutlu atıkların ortalama 52 saniyede yaklaşık 104 gram olarak çıktığı tespit edilmiştir. Kayıp ortalama % 7,6 olmuştur.

Çizelge 4.6. 50 Hz sabit devirde t zamanda kıyma makinasına giren ve kıyma makinasından çıkan madde miktarı tayini

Hız (dak ⁻¹)	Zaman (s)	Giren madde miktarı (g)	Çıkan madde miktarı (g)
50	52	111	100
50	53	115	105
50	49	112	108
Ortalama	51	112,6	104

Çizelge 4.7.' de 70 Hz ile öğütme işlemi yapan kıyma makinasına, ortalama 109 gram olarak giren mikron ölçeğinde tanecik boyutlu atıkların ortalama 69 saniyede yaklaşık 106,3 gram olarak çıktığı tespit edilmiştir. Kayıp ortalama % 2,5 olmuştur.

Çizelge 4.7. 70 Hz ile t zamanda kıyma makinasına giren ve kıyma makinasından çıkan madde miktarı tayini

Hız (dak ⁻¹)	Zaman (s)	Giren madde miktarı (g)	Çıkan madde miktarı (g)
70	72	110	109
70	68	105	100
70	67	112	110
Ortalama	69	109	106,3

Kurutma aparatına konularak kurutma işlemine tabi tutulan peletlerin tamamı kurutma işlemi öncesinde farklı miktarlarda olup, deneme detayları 70°C için Çizelge 4.8. de, 80°C için Çizelge 4.9. da ve 90°C için Çizelge 4.10. da verilmektedir.

Çizelge 4.8' de görüleceği üzere 70°C sıcaklıkta ortalama kuruma zamanınının 393,3 saniye olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. 70°C sabit sıcaklıkta kuruma zamanı

Sıcaklık °C	Zaman (s)
70	385
70	403
70	392
Ortalama	393,3

Çizelge 4.9' da görüleceği üzere 80°C sıcaklıkta ortalama kuruma zamanınının 312,66 saniye olduğu belirlenmiştir. İstenilen nem seviyesi % 9-% 10 seviyesidir.

Çizelge 4.9. 80°C sabit sıcaklıkta kuruma zamanı

Sıcaklık °C	Zaman (s)
80	312
80	320
80	306
Ortalama	312,66

Çizelge 4.10' da görüleceği üzere 90°C sıcaklıkta ortalama kuruma zamanının 245,66 saniye olduğu belirlenmiştir. Bu sıcaklıkta yanma başladığı görülmüştür.

Çizelge 4.10. 90°C sabit sıcaklıkta kuruma zamanı

Sıcaklık °C	Zaman (s)
90	240
90	244
90	253
Ortalama	245,66

Çizelge 4.11' de ifade edildiği üzere 70°C de kurutma aparatına konularak kurutma işlemine tabi tutulan ortalama 87,3 gram toplam ağırlığındaki peletlerin, kurutma işlemi sonrasındaki ağırlığı ortalama 76,3 gramdır.

Çizelge 4.11. 70°C sabit sıcaklıkta kurutma öncesi ve sonrası pelet ağırlıkları

Sıcaklık (°C)	Giren Ağırlık(g)	Çıkan Ağırlık(g)
70	84	78
70	88	70
70	90	81
Ortalama	87,3	76,3

Çizelge 4.12' de ifade edildiği üzere 80°C de kurutma aparatına konularak kurutma işlemine tabi tutulan ortalama 84,3 gram toplam ağırlığındaki peletlerin, kurutma işlemi sonrasındaki ağırlığı ortalama 77,3 gramdır.

Çizelge 4.12. 80°C sabit sıcaklıkta kurutma öncesi ve sonrası pelet ağırlıkları

Sıcaklık (°C)	Giren Ağırlık(g)	Çıkan Ağırlık(g)
80	85	75
80	80	77
80	88	80
Ortalama	84,3	77,3

Çizelge 4.13’ de ifade edildiği üzere 90°C de kurutma aparatına konularak kurutma işlemine tabi tutulan ortalama 83 gram toplam ağırlığındaki peletlerin, kurutma işlemi sonrasındaki ağırlığı ortalama 65,66 gramdır.

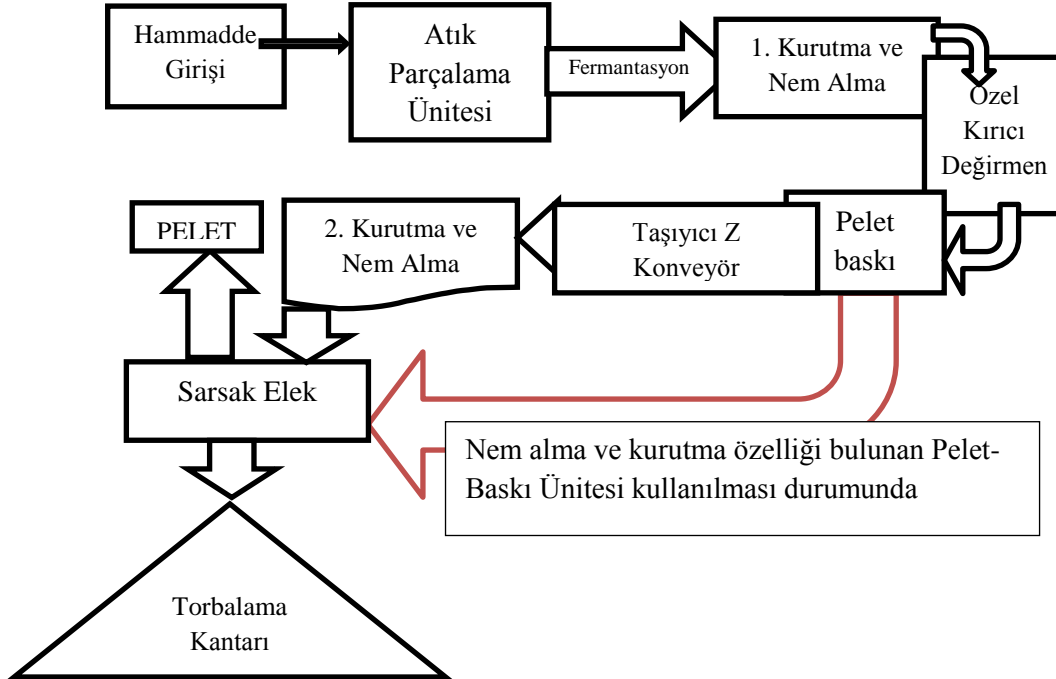
Çizelge 4.13. 90°C sabit sıcaklıkta kurutma öncesi ve sonrası pelet ağırlıkları

Sıcaklık (°C)	Giren Ağırlık(g)	Çıkan Ağırlık(g)
90	82	64
90	80	65
90	87	68
Ortalama	83	65,66

4.2. Kompost Gübre Üretim Sisteminin Tasarımı/Geliştirilmesi

Çizelge 4.14’ de belirtilen özelliklerdeki makineler kullanılarak tasarlanan bu sistem ile tarımsal atıkların (Şekil 4.1.) deki üretim sürecinde işlenerek kullanılabilir tarımsal gübre olarak ürün çıktısı elde edilmesi mümkün olacaktır.

4.2.1. Sistem Akış Şeması



Şekil 4.1. Sistem Akım Şeması/Gübre Makinası

Tarladan toplanan bitkisel atıklar, atık parçalama ünitesine gönderilir. Bu üniteye belirli boyuta küçültülen atıklar tavuk ve at gübresi ile karıştırılarak belirli oranda nemlendirilir ve fermantasyona bırakılır. 60-90 gün aralığında değişen bir süre zarfında fermante olmuş karışım 1. Kurutma ve nem alma fırınına verilerek nem düzeyi %10 düzeyine çekilir. Bu süreçten sonra özel kırıcı değirmen ünitesi ile un kıvamına getirilen karışım pelet baskı ünitesine verilir. Pelet baskı ünitesinin çıkış ağzında bulunan kesici takım, peletleri istenilen büyüklükte küçültür. Bu üniteden çıkan peletler 2. Nem alma ünitesine gönderilir. Eğer kullanılan pelet baskı ünitesi nem alma özelliği olan bir makine ise bu durumda 2. Nem Alma ve Kurutma Ünitesine ihtiyaç olmayacaktır. Pelet baskı ünitesinden çıkan peletler, sarsak elek ünitesine gönderilecektir. Kırıklar ve küçük taneler ayıklanacak ve peletler tartı ve dolum için torbalama kantarına gönderilecektir.

4.2.2. Kompost Gübre Üretim Sistemi

Bu sistem; Elektrikli atık parçalama ünitesi, traktör kuyruk milinden tahrikli yığın karıştırıcı ünitesi, 1. ve 2. Kurutma ve Nem Alma Üniteleri, taşıyıcı bant ve konveyörler, kısaca değirmen olarak isimlendirilen özel kırıcı ünite, pelet-baskı ünitesi, sarsak elek ünitesi, tartma ve torbalama ünitelerinden oluşmaktadır.

Sistem, günlük 10 ton üretim kapasitesine sahip bir üretim tesisi için tasarlanmış olup; kullanılacak Makine ve Teçhizatın teknik ve diğer özelliklerinin araştırılmasında bu husus göz önünde bulundurulmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Gerekli makine-teçhizat listesi

	Makine-Teçhizatın Adı	Kullanım Gerekçesi	Teknik Özellikleri
1	Atık parçalama ünitesi / elektrikli	Fermantasyonu hızlandırmak için tarımsal atıkların belli boyutta parçalanmasında kullanılacaktır.	Kesme çapı Ø:10-12 cm, bunker girişi 61x75 cm., bunker boğaz girişi 17,5x16,5 cm., disk çapı Ø:50 cm., sabit bıçak 2, hareketli bıçak 2 adet, ana motor 10HP.
2	Yığın karıştırıcı ünitesi/ kuyruk milinden hareketli	Fermantasyona bırakılmış yığınların belli dönemlerde karıştırılmasında kullanılacaktır.	Traktör kuyruk milinden hareketli, Tambur genişliği 3000 mm,tünel yüksekliği 1800 mm Max. yığın ebatları 3 m (w) x 1,5m (h),Min. Gerekli traktör gücü 80 HP, Çevirme kapasitesi 650m ³ /h
FERMANTASYON DÖNEMİ 2-3 AY			
3	1.Kurutma ve Nem Alma Ünitesi	Kompostun 75°C de %9-10 rutubetinde kurutulması ve doğal sterilizasyon yapılması sağlanacaktır.	Kurutma verimliliği: 65kg /h Giriş Gücü: 380 ± 10% V (üç fazlı beş hat), Ayarlanabilen fan hızına sahip ve sürekli drenaj özellikli.
4	Özel Kırıcı Ünite (değirmen)	Fermente olmuş ve kurutulmuş materyalin un kıvamında öğütülmesinde kullanılacaktır.	Kırma kapasitesi: 4 t/h, Kırıcı Motoru: 22 KW 3000 d/d, Karıştırma Motoru:22 KW 15 Hz redüktörlü motorlu, Karıştırma Hacmi:1800l, Karıştırıcı tipi: Çift sarmal helezonlu, Kırıcı Tipi: Yatay çekiçli değirmen, Kolay değişebilen elek sistemli
5	Pelet Yükleyici Bunkerli Helezon ünitesi	Un kıvamındaki materyalin pelet ünitesine iletilmesinde kullanılacaktır.	1240x1240x1100 mm ebadında 3mm saçtan imal Ø170' lük boru helezon, Boy: 5metre, Taşıma Kapasitesi: 7 ton/h
6	Pelet Baskı ünitesi	Un kıvamındaki materyalin 2 mm boyutlarında pelet haline getirilmesinde kullanılacaktır. Bu aşamada sıcak buhar	Kapasite: 5.780 kg/h, Motor : 40 KWA, 940 d/d Disk: X46Cr13, Delik çapı: Ø 6 mm, Emniyet Pimli ve güçlü bir konstrüksiyon yapıda, Kayış

		uygulaması yapılır. Nem %20 seviyesine çıkar.	Kasnak Tahrikli
7	Soğutucu besleme ünitesi (Z konveyörü)	Pelet baskı ünitesinden gelen materyalin soğutucuya naklinde kullanılacaktır.	450'lik kova 3mm. Sacdan imal yatay uzunluk 4330 mm. Yükseklik 3450 mm. yük taşıma kapasitesi 7 ton/h, 1,1 KW, 40 d/d redüktörlü motor, tahrik zincir dişli
8	2.Kurutma ve Nem Alma Ünitesi (Nem alma ve kurutma özelliği bulunan Pelet-Baskı Ünitesi kullanılması durumunda bu üniteye gerek kalmayacaktır)	%20 civarında seyreden nem, bu üniteye %9-10 bantlarına iner.	Kurutma verimliliği: 65 kg/h Giriş Gücü: 380 ± 10% V (üç fazlı beş hat), Ayarlanabilen fan hızına sahip ve sürekli drenaj özellikli.
9	Sarsak Elek Ünitesi	Soğutma ünitesinden çıkan materyalin belirli ebattan küçük olan kırık ve döküntülerini almak için kullanılacaktır.	610x1000 mm, 3 mm sacdan imal elek çapı: Ø3.5mm 2.2 KW, 1450d/d redüktör motorlu
10	Z Konveyörü	Soğutma ünitesinden çıkan materyalin kantara iletilmesinde kullanılacaktır.	450 'lik kova 3mm sacdan imal, Yatay Uzunluk: 4330 mm, Yükseklik: 3450mm, Yük Taşıma Kapasitesi: 7ton/h, 1.1 KW 40d/d Redüktörlü motorlu, Tahrik: Zincir Dişli
11	Torbalama Kantarı	Materyalin tartılmasında ve torbalanması kullanılacaktır.	1200kg/h kapasiteli çuval dolumlu, Elektronik göstergeli, Pnömatik dolum sistemli, kilogram ayarlı

4.2.3. Sistemin Üniteleri

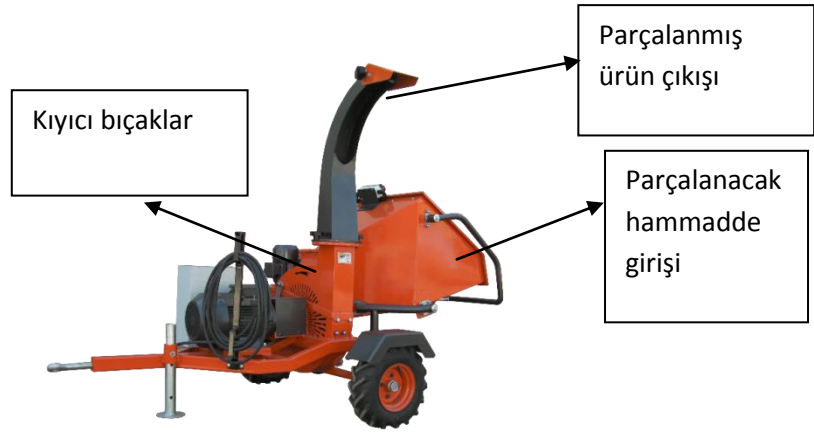
Çalışma sonunda elde edilecek çıktı tek bir makine değil birkaç ünitenin birbirine seri bağlanması ile oluşacak bir sistemdir. Bu bağlamda sadece bir fiziki makinanın geliştirilmesinden değil, bu çalışmada; mütemadiyen açık ve bazen de kapalı döngüde işlem yapan bir üniteler bütününden bahsedilmektedir.

4.2.3.1 Atık Parçalama Ünitesi

Kullanılacak bitkisel atıkların dane boyutları farklıdır. Kesme çapı Ø:10-12 cm olan üniteye sürecin doğru işleyebilmesi için dane boyutlarının indirgenmesi gerekmektedir. Ayrıca atık içindeki olası demir türü metaller ünite içindeki mıknatısla ayıklanır, kullanılmayacak farklı metallerse daha sonra elle ayıklanır.

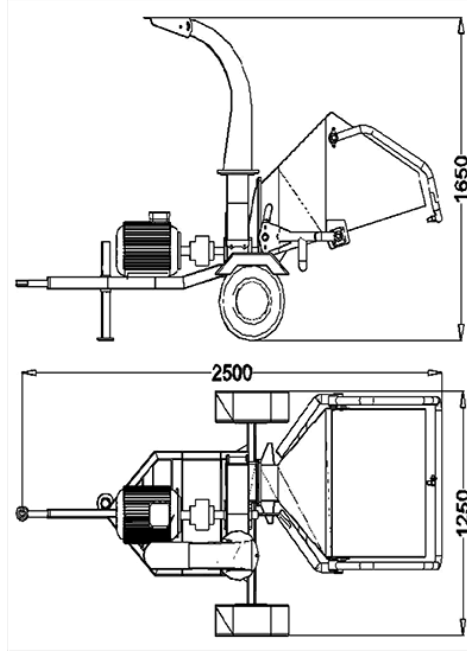
Sistemin ana birimlerinden olan Atık parçalama ünitesi yerine çalışmamız için oluşturulan deneme için yukarıdaki bölümlerde de ifade edildiği üzere kıyııcı kullanılmıştır (Şekil 4.2.).

Atık parçalama ünitesi teknik resmi (Şekil 4.3.)’ de ve özellikleri ise Çizelge 4.15’ de verilmiştir.



Şekil 4.2. Atık parçalama ünitesi / elektrikli (Anonim f 2012)

Hammadde girişinden üniteye verilen tarımsal atıklar, saat yönünde dönen kıyııcı sabit kesici elmas bıçaklar vasıtasıyla kıyılarak küçültülür. Küçülen atıklar bir sonraki süreçte kullanılmak üzere ürün çıkış kısmından alınır.



Şekil 4.3. Atık Parçalama Ünitesi Teknik Resim

Çizelge 4.15. Atık parçalama ünitesi özellikleri (Anonim f 2012)

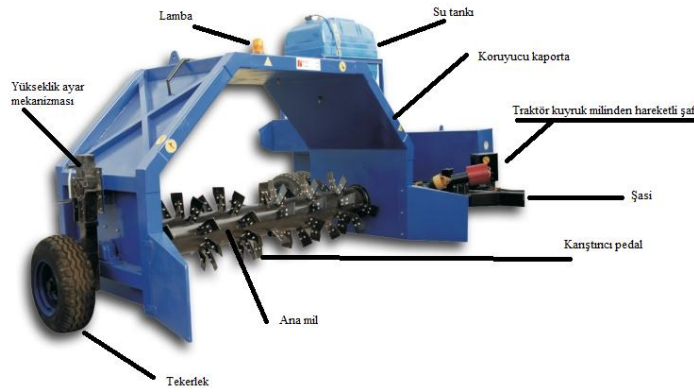
Kapasite	Ø 80 mm
Bunker girişi	610x750 mm
Bunker boğaz girişi	175x160 mm
Disk çapı	Ø 500 mm
Sabit bıçak	2 adet
Hareketli bıçak	2 adet
Baca dönüş açısı	360°
Sürücü sistem	Redüktörlü, fasıllı sistem
Ana motor	1400 d/d 7,4 KW
Çalışma voltajı	380 Volt
En, boy, yükseklik	1250x2500x1650
Ağırlık	350 kg

4.2.3.2 Yığın Karıştırma Ünitesi

Ayrılmış katı gübrenin patojenlerden arınıp organik kompost haline gelebilmesi için sürekli olarak homojen bir şekilde oksijenle temasının sağlanması, kimyasal reaksiyonlar sonucu gübre yığınının içerisinde biriken karbondioksit gazının dışarıya atılması gerekmektedir. (Şekil 4.4.)’deki Yığın Karıştırıcı Ünite, sepere edilmiş gübreyi tamamen alt-üst ederek karıştırırken yığın içinde biriken karbondioksiti oksijenle değiştirir ve tüm gübreyi küçük ve homojen parçacıklar haline getirir. Bu sayede organik reaksiyonlar için maksimum

yüzey alanı sağlanmış olur, dolayısıyla organik kompost elde etmek için gerekli süre önemli ölçüde kısalır. Bu makine, traktör kuyruk milinden tahriklidir.

Taşıma konumundayken tünel dikey durumda ve şasi yerden yukarıdadır. Çalışma konumuna geçilirken tünel hidrolik olarak yatay konuma geçer, şasi hidrolik olarak yere yaklaşır. Tamburun yerden yüksekliği manuel olarak yukarı aşağı hareket edebilen tünel tekerleği ile sağlanır. Tüm hidrolik fonksiyonlar, traktör üzerindeki hidrolik kumanda koluyla operatör tarafından kontrol edilir. Ünitenin özellikleri Çizelge 4.16.' da verilmektedir.



Şekil 4.4. Yığın karıştırıcı ünitesi/ kuyruk milinden hareketli (Anonim g 2012)

Çizelge 4.16. Kompost karıştırma ünitesi özellikleri (Anonim g 2012)

Özellikler	Boyutlar
Tambur genişliği	3000 mm
Tünel yüksekliği	1800 mm
Max. yığın ebatları	3 m (w) x 1,5m (h)
Min. gerekli traktör gücü	89,2 KW
Çevirme kapasitesi	650 m ³ /h

Bu aşamadan sonra gerçekleştirilecek fermantasyon için kuru madde itibariyle %10 oranında at gübresi ve tavuk gübresi ilave edilerek ıslatılan tanecik boyutu küçültülmüş ve

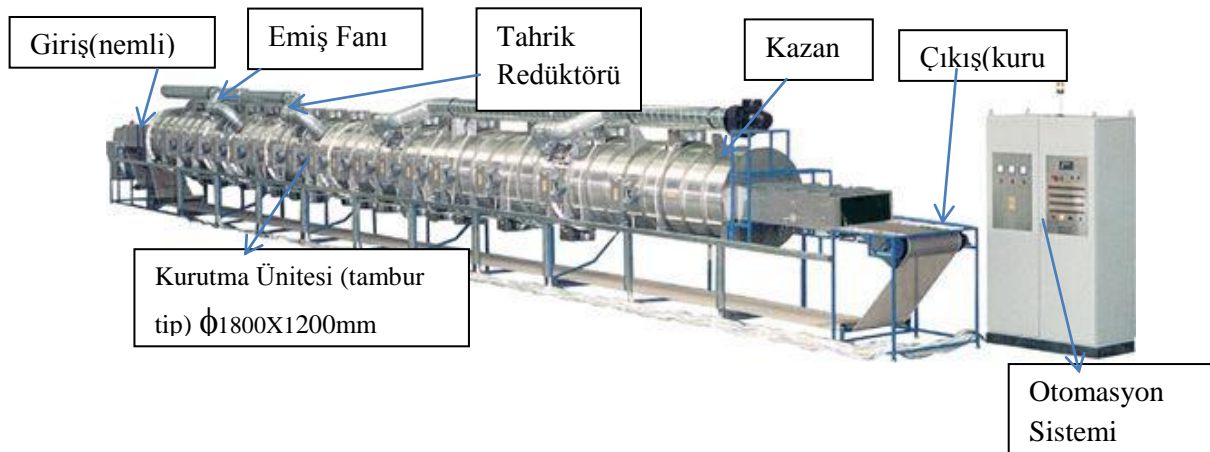
fermantasyona bırakılmış olan karışımın 8 saat arayla karıştırılması bu üniteye yapılır. Fermantasyon sürecinde 3 ay boyunca naylon bir örtü ile fermantasyon sağlanacaktır.

4.2.3.3 Kurutma ve Nem Alma Ünitesi

Sistemimizde 1. ve 2. Kurutma ve Nem Alma Üniteleri olmak üzere 2 adet aynı fırından kullanılacaktır. Ancak maliyetleri düşürmek amacıyla, üretim döngüsü uygun bir şekilde dizayn edilerek, ürün kurutulması amacıyla önceki proste kalan kurutma fırınına iletilip kuruma ve nem alma sağlandıktan sonra kaldığı yerden sürece devam edebilir. Bu durumda tek fırın kullanımı yeterli olacaktır.

Ancak; nem alma ve kurutma özelliği bulunan Pelet-Baskı Ünitesi kullanılması durumunda 2.Kurutma Ünitesine gerek kalmayacaktır. Bu durumda maliyet analizi yapmak faydalı olacaktır. Üretim prosesinin kısalması avantajına karşılık, nem alma ve kurutma özelliği olan pelet-baskı ünitesinin pahalı oluşu dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada 2 kurutma ve nem alma ünitesi kullanılmıştır.

Kurutma ünitesi (Şekil 4.5.) ile kompostun 75°C de % 9-10 rutubetinde kurutulması ve doğal sterilizasyon yapılması sağlanır. İhtiyaç duyulan özel iklimlendirme alanlarında nem yüzeyini istenilen seviyeye düşürmek için kullanılan cihazlardır. Bu ünite ortamda bulunan nispi nemi cihaz içerisine alıp yoğunlaştırarak ortamdan uzaklaştırır. Ünitenin özellikleri Çizelge 4.17' de verilmektedir.



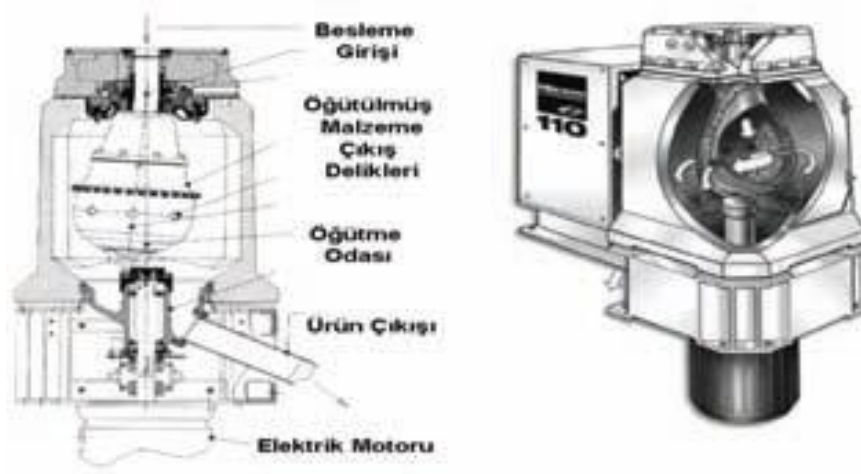
Şekil 4.5. Kurutma ve Nem Alma Ünitesi (Anonim h 2012)

Çizelge 4.17. Kurutma ve nem alma ünitesi teknik özellikleri (Anonim h 2012)

Kurutma verimliliği	65 kg/h (kurutma dehidratasyonu)
Giriş Gücü	380 ± 10% V (üç fazlı beş hat)
Mikrodalga çıkış gücü	1 KW - 65 KW (ayarlanabilir güç)
Mikrodalga çıkış frekansı	2450 ± 50MHz
Sıcaklık ölçüm Aralığı	0 C° - 130 C° (sıcaklık ayarlanabilir)
Yaklaşık olarak Boyutları	(B × E × Y) 15000 mm × 720 mm × 1700 mm
Mikrodalga sızıntısı MW/cm ²	≤ 5MW/cm ² (ulusal güvenlik standartları)

4.2.3.4 Özel Kırıcı Ünite (Değirmen)

En bilinen sarkaç değirmen tipi, yüksek yoğunluklu, yarı küresel öğütme odalı Hikom Değirmenidir. Hikom değirmeninde, (Şekil 4.6.)’da görüldüğü gibi öğütme odası askıda tutulmakta ve kendi ekseninde ivmeli bir hareketle 600-800 Hz ile hareket etmektedir. İçerisinde bulunan rulmanlar yardımıyla taneler ufalanmakta ve öğütme odası üzerinde bulunan deliklerden öğütülmüş ürün dışarı çıkmaktadır. Daha sonra bu ürün separatörden geçirilmekte ve ince kısmından ayrılmaktadır. (Şekil 4.6.)’ da verilen 110/60 hikom değirmeninde, toplam öğütme odası hacmi 60 L ve 110 KW’ lık bir motorla işletilmektedir. Diğer değirmen tipleri ile karşılaştırıldığında % 31 ile % 70 arasında bir enerji tasarrufu sağladığı çeşitli çalışmalarda iddia edilmektedir (Anonim i 2012).



Şekil 4.6. Özel Kırıcı Ünite (Hikom Tipi Değirmen), parçaları ve kesit görüntüsü

Değirmen, nceki süreçlerde fermente olmuş ve kurutulmuş atıkların un kıvamında öğütülmesinde kullanılacaktır. Sistemin ana birimlerinden olan Kırıcı ve Elek nite yerine çalışmamız için oluşturulan denemede el eleği kullanılmıştır.

4.2.3.5 Yükleyici Helezon nitesi

Pelet Yükleyici Helezon ile üretim prosesi dhilinde yarı mamulün transferleri gerçekleştirilir. Diğer bir ifade ile un kıvamındaki materyalin pelet gübre üretimi için baskı ünitesine iletilmesinde kullanılacaktır (şekil 4.7).



şekil 4.7. Pelet Yükleyici Helezon nitesi (Kaynak: Alpsan Makine Sanayi ve Ticaret A.ř./ESKİşEHİR)

4.2.3.6 Pelet-Baskı Ünitesi

Öğütülen atıkların peletlenerek pelet-granür hale getirilmesi ve 2 mm. boyutlarında kesilmesi bu ünite de olacaktır (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Pelet-Baskı Ünitesi (Kaynak: Alpsan Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş./ESKİŞEHİR)

Pelet-Baskı ünitesi V-kayışlarla tahrik edilen ara şaft yardımı ile disk hızı ayarlanabilmektedir. Ana şaft 2 rulolu sisteme uygundur. Baskı içerisinde oluşabilecek aşırı yüklenmeler için emniyet pimi mevcuttur. Otomatik rulo ayarlamalı sistem rulo ve disk arasındaki mesafe hidrolik esaslı çalışan bir sistemle ayarlanabilmektedir.

Pelet-Baskı ünitesinin özellikleri:

- 5.780 kg/h üretim kapasitesi
- Kullanılan toplam güç: 40 KWA
- Pano otomasyon sistemlidir.
- Arıza yeri tespit butonu,
- Isı göstergesi ekranı,
- Voltaj göstergesi bölümleri bulunmaktadır.
- Baskı sistemi ölçüleri 35X50 cm dir.

4.2.3.7 Besleme(Taşıma) Ünitesi

Uygun görülen süreçte Z konveyör de kullanılabilir. Nispeten maliyeti daha düşük olan düz taşıma bandı bu sistemde kullanılmıştır. Pelet-Baskı ünitesi bünyesinde nem ve

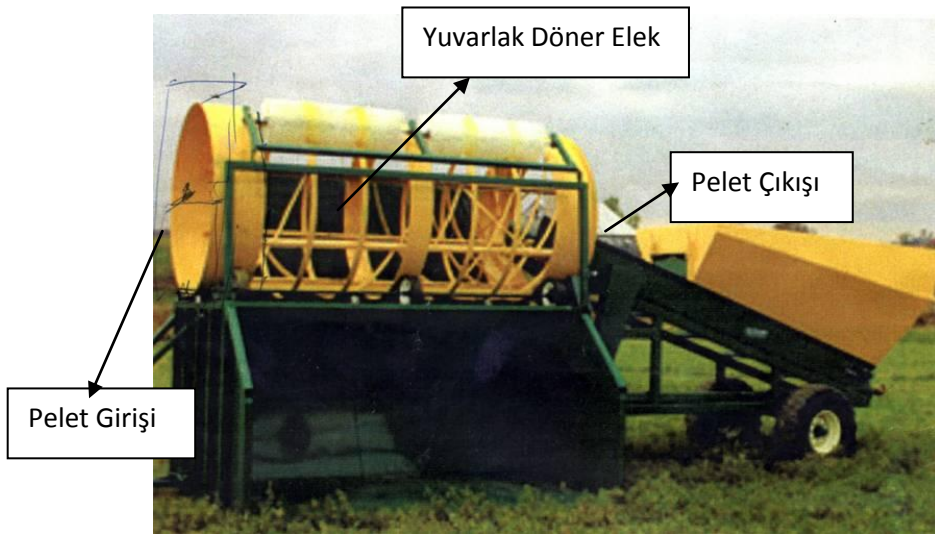
kurutmanın sağlanması durumunda kullanılacak besleme ünitesi 1 adet eksilecektir. (Şekil 4.9)'daki besleme ünitesi ile pelet-presten 2. Kurutma ünitesine, 2. Kurutma Ünitesinden ise Elek ünitesine iletilecek pelet gübrelerin transferi gerçekleştirilir.



Şekil 4.9. Besleme Ünitesi (Kaynak: Alpsan Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş./ESKİŞEHİR)

4.2.3.8 Elek Ünitesi

Soğutma ünitesinden çıkan gübrenin ortalama standart ebat dışındakileri eleyecektir (Şekil 4.10). Standart peletler tartım ve paketleme ünitesine nakledilirken; standart dışı pelet gübreler ise bazı işlemleri yeniden görerek standart pelet gübre haline gelmeleri amacıyla ayrılır.



Şekil 4.10 Sarsak Elek Ünitesi (Kaynak: Alpsan Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş./ESKİŞEHİR)

Eleme ünitesi iki sınıfta eleme yapar:

1.Sınıf: 0-30 mm elek ölçüsü

2.Sınıf: 0-50 mm elek ölçüsü

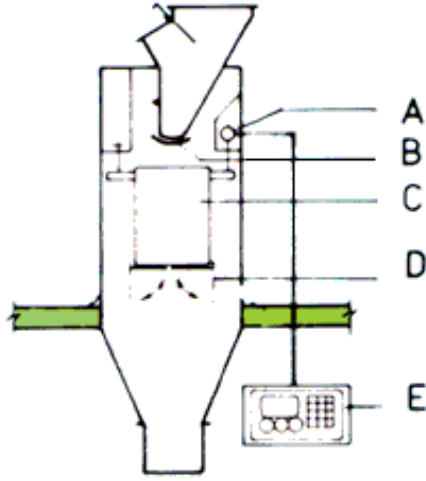
150 cm çapında yuvarlak elek 3 m boyunda yuvarlakten elekten meydana gelir yuvarlak döner elek sayesinde eleme yapar.

4.2.3.9 Torbalama Kantarı Ünitesi

Kantar, gübrenin torbalanmasında ve tartılmasında kullanılacaktır (Şekil 4.11). Tek Kefeli Serbest Akışlı Kantar olarak ta adlandırılan bu kantarın özellikleri ve teknik resmi (Şekil 4.12)' de verilmektedir.



Şekil 4.11. Torbalama kantarı (Kaynak: Alpsan Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş./ESKİŞEHİR)



Özellikleri:

Kapasite: Ürüne bağlı olarak 1200kg/h

A: Pnömatik Klape

B: Giriş Ağız

C: Hazne

D: Ürün Çıkış

E: PLC Kontrol

Şekil 4.12. Tek kefeli serbest akışlı kantar

(Kaynak: Alpsan Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş./ESKİŞEHİR)

Ağırlık ölçümü Load Cell' ler aracılığı ile gerçekleştirilir. Pnömatik hızlı/yavaş klapelele ile kaba ve hassas dozaj gerçekleştirilir. Böylece hassas ve hızlı dolum sağlanır.

Tartım kafesi tamamen kapalı bir gövdenin içine yerleştirilmiştir.

İki adet sökülebilir kapak gerektiğinde tartım kapasitesine kolayca ulaşmayı sağlar.

Paslanmaz çelik konstrüksiyondur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

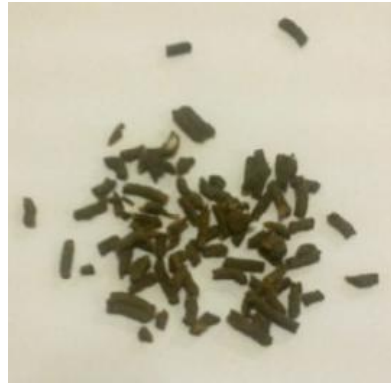
Bu çalışmada ülkemizin tarımsal üretim sonrasındaki en önemli problemlerinden biri olan tarımsal atıkların geliştirilecek bir makine sistemi ile kompost üretimi ve toprağın ihtiyaç duyacağı, çoğunluğu ithal edilen gübrelere alternatif oluşturacak bir çıktı elde edilebilirliği incelenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda;

- Kompostun toprak şartlandırıcı olarak kullanılması ile tarımsal verimde önemli artışlar sağlanacağı kesindir.
- Atıklardan gübre eldesinin maliyeti düşük ve kısa zamanda kendini amorti edebilecek bir üretim tekniği ile mümkün olduğu,
- Kullanılan sistem ünitelerinin daha küçük ya da daha büyük boyutlarda kullanılarak kapasite ayarlamasına gidilmesinin mümkün olduğu,
- Tarımsal atık problemi olan her yerde bu makine sisteminin kurulmasının mümkün olduğu teyit edilmiştir.

Yapılan çeşitli araştırmalarda, tarımsal atıkları öğütecek, granül hale getirecek ve soğutacak uygun makinelerin ülkemizde bulunmadığı tespit edilmiş olup; mini yem fabrikalarının makinelerinin bu amaçla kullanılabilmesi için bazı adaptasyon çalışmalarının yapılmasının mümkün olduğu edilmiştir.

Yapılan test çalışmaları sonucunda granül hale getirilen bu materyalin(Şekil 4.13.), taban gübresi olarak kullanılması ve örneğin buğday için 25 kg/da kullanılması durumunda aynı miktardaki DAP (diamonyumfosfat-18-46) gübresine eşdeğerde etki (verim) gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.13. Sistem ile elde edilecek son ürün

Türkiye'nin toplam tarımsal alanı yaklaşık 26.350 milyon hektardır. Türkiye'nin yıllık toplam bitkisel atıkları 51.464.898 ton civarındadır (Saraçoğlu 2008). Bu veriler ışığında çiftçinin bilinçlendirilmesi ve onlardan gelecek taleplerin değerlendirilmesi büyük bir ekonomik fayda anlamına gelecektir.

Ülkemizdeki bitkisel atıkların kompostlaştırılarak granül hale getirilmesi durumunda ve %40 rutubet içerdiği kabul edilerek (daha önce yapılan araştırmalardaki bitkisel atıklardaki nem ortalaması dikkate alınarak) yaklaşık 30 milyon ton civarında bitki besleme materyali (gübre) elde edilecektir.

Bu miktarın kompostlaştırılarak tarımda kullanılması ve dekara ortalama 25 kg verilmesi halinde (kimyasal gübreyle eşdeğerde verim elde etmek için) yaklaşık 12 milyon hektarlık bir sahada taban kimyasal gübre kullanmadan tarımsal üretim yapmak mümkün olacaktır. Suni gübrenin kilogram fiyatı ortalama 1.650 TL (2012 piyasa fiyatı) olarak kabul edilirse, yıllık yaklaşık 50.000.000 TL'lik bir parasal döngü söz konusu olacaktır. Anız ve atıkların yakılmasının atmosfere ve çevreye verdiği zararların önlenmesi bakımından bu çalışmanın önemi daha da artırmaktadır. Bu çalışma ile bir "örnek model" oluşturularak, tarımsal üretim yapan işletmelere önerilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışma kapsamında Eskişehir bölgesinde tarımsal üretim yapan kişilerle görüşmeler devam etmekte olup; günlük 20 ton kapasiteli ve 5 kişinin istihdam edileceği üretim tesisinin bu çalışmanın somut çıktısı olarak yatırımcı çiftçi tarafından kurulması halinde yıllık 5000 ton gübre üretilmesi mümkündür.

Yapılan ekonomik analizler neticesinde asgari ücret (5 kişi için yıllık 60.000 TL), enerji maliyeti (yıllık 90.000 TL), hammadde (bitkisel atık-% 9-10 rutubette yıllık 5.000 ton ve ton fiyatı 200 TL'den toplam 1.000.000 TL öngörülerek) ve diğer giderler (yıllık 20.000 TL öngörülerek) olmak üzere yıllık toplam üretim maliyetinin 1.170.000 TL civarında olacağı, ürün ton maliyetinin 234 TL, % 8 hata payı ile 253 TL civarında olacağı, bu maliyetin piyasa koşullarında rahatlıkla kimyasal gübrelerle rekabet edebileceği öngörülmüştür.

Bu çalışmanın Türkiye'de "örnek model" oluşturması durumunda; Türkiye'deki % 9-10 rutubetteki bitkisel atık miktarının 30.000.000 ton/yıl olduğu dikkate alınırsa bu sayede ciddi bir istihdam kapısı aralanacak ve ayrıca 30.000.000 ton için kırsalda yaşayanlara hammadde (bitkisel atık) alım tutarı olarak 6.000.000.000 TL ödeme yapılmasını gerektirecektir. Bu da çiftçi için hektar başına yaklaşık 222 TL bir ek gelir getirecektir.

KAYNAKLAR

- Agrawal A, Sahu KK, Pandey BD (1990). Solid waste management in non-ferrous industries in India. Resources, Conservation and Recycling, Agrawal A. Jamshedpur , India, 99-120.
- Aguilar FJ, Gonzalez A, Revilla J, De Leonj, Porcel O (1997). Agricultural Use of Municipal Solid Waste on Tree and Bush Crops. Agric. Eng. Res.,67:73-79.
- Akgül E, Aksoy C (2009). Akdeniz yöresinde kızılçam ve karaçam kabuklarından kompost üretimi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü yayınları. No.148, 78s, Antalya.
- Almaca NA, Sürücü AK (2008). Tarımsal Atık Kökenli Kompostun İkinci Ürün Mısır Ve Buğday Verimi Üzerine Etkisi. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Yayınları No. Tagem-bb-Topraksu, 155s, Ankara.
- Anonim a, http://www.tarimreformu.gov.tr/library/belge/b_sayi3.pdf (Erişim Tarihi 16. 09. 2012)
- Anonim b, <http://www.ziraatciyiz.biz/organik-tarimda-kompost-yapimi-t3960.html> (Erişim Tarihi 12. 12. 2012)
- Anonim c, http://www.edirnetarim.gov.tr/iforganik_tarim.htm (Erişim Tarihi 02. 10. 2012)
- Anonim d, <http://bof.bartın.edu.tr/journal/1302-0943/2011/Cilt13/Sayi19/2011-06.pdf> (Erişim Tarihi 28. 11. 2012)
- Anonim e, <http://www.ekoloji.com.tr/resimler/79-6.pdf> (Erişim Tarihi 05. 11. 2012)
- Anonim f, <http://www.soydanlarmakina.com.tr/urunlerimiz/dal-parcalama-makinasi-elektrikli-model-sm600e.aspx> (Erişim Tarihi 16. 12. 2012)
- Anonim g, http://www.anilmakina.net/urunler.php?type=goruntule&k_id=1&id=1 (Erişim Tarihi 11. 09. 2012)
- Anonim h, http://www.alpsanmakine.com/pelet_sogutuculari.htm (Erişim Tarihi 17. 12. 2012)
- Anonim i, http://www2.cedgm.gov.tr/cedsureci/idk_toplantisi/682_idk.pdf (Erişim Tarihi 10. 01. 2013)
- Ayral D, Öztürk I, Altınbaş M, Arıkan OA, Demir I, Yıldız S, Hoşoğlu F (2008). İstanbul Kemberburgaz Geri Dönüşüm ve Kompost Tesisi'nde İşletme Koşullarının ve Kompost Kalitesinin Değerlendirilmesi. Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 699-706, İstanbul.
- Berkes F, Kışlalıoğlu MB (1993). Çevre ve Ekoloji. Remzi Yayınları, 120s, İstanbul.

- Demirtaş I, Arı N, Arpacıoğlu A, Kaya H, Özkan C (2005). Değişik Organik Kökenli Gübrelerin Kimyasal Özellikleri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 102s, Antalya.
- Elmaslar E, Balkaya N, Emik E (2011). Ham Kompost ve Ekstraksiyon İşlemine Tabi Tutulmuş Kompost Numunelerinin Karakterizasyonları ve Bitkiye Yararlılıkları Açısından Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 49-50, İstanbul.
- Epstein E (2011). Processed Meats, Second Edition. Industrial Composting. CRC Pellet Sound ParkWay NW 300, 278 p, USA.
- Kara H, (2010). Kompost Yapımı. tedgem, www.tedgem.gov.tr/yayim/organik.htm, (erişim tarihi, 05.10.2012).
- Korkut N, Erol V (2007). Örnek bir “Evsel Atık” prosesi. Atık Bertarafında Biyolojik Yöntemler Kompostlaştırma Ve Geri Kazanım, Ed: Korkut N. İstanbul, 21-24.
- Külcü R, Yıldız O, Özmerzi A, Kürklü A, Ertekin C (2008). Ekim-Dikim, Bakım ve Gübreleme Mekanizasyonu. Tarım Makinaları için Mühendislik El Kitabı, Ed: K.R. Antalya, 105-106.
- Özbaş E, Balkaya N, Emik S (2002). Ham Kompost ve Ekstraksiyon İşlemine Tabi Tutulmuş Kompost Numunelerinin Karakterizasyonları ve Bitkiye Yararlılıkları Açısından Karşılaştırılması. Ekoloji 20: 45-56.
- Polat H, Almaca ND (2006). Harran Ovasında Tesviye Yapılan Arazilerde Kompost ve Yeşil Gübre Uygulamasının Toprak Özellikleri ve Pamuk Verimine Etkileri. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Yayınları No. bb, 115s, Ankara.
- Saraçoğlu N (2008). Modern Enerji Ormancılığı-Ormanlardan Biyokütle Enerjisi Üretimi ve Çözümlemeler. Ankara. Orman Genel Müdürlüğü Çalıştay Raporu.
- Simpson K (1991). Fertilizers and Manures. Longman Scientificand Technical Yayınları, 254s, England.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S (1993). Integated solid waste management. Innovative technical and environmental aspects in planning, constructing and operating the sanitary landfill of Larissa, 872-885, Gece.
- Ülger P, Güzel E, Kayışoğlu B, Eker B, Akdemir B, Pınar Y, Bayhan Y (2011). Tarım Makinaları İlkeleri. Hiperlink Yayınları, 448s, Tekirdağ.
- Yalçın G, Yavuz R, Yılmaz M, Taşpınar K, Teş Ö, Çakıcıer E, Akın M (2010). Tarımsal Alanlarda sürdürülebilir Atık Yönetimi, Toprak ve Su Araştırma Enstitüsü
- Yalınkılıç MK, Baysal E, Çolak M, Göктаş O, Erdil YZ, Özen E, Çolak A (2002). Amonyum ve Fosfat Esaslı Çeşitli Ticari Gübre Karışımlarıyla Ağaç Malzemenin Yanıcılığının Azaltılması. III. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 381-390, Ankara.

Yıldız Ş, Ölmez E, Kiriş A (2010). Kompost Teknolojileri ve İstanbul'daki Uygulamaları. Kompostlaştırma Sistemleri ve Kompostun Kullanım Alanları Çalıştayı, 2-11, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

24 Ekim 1974 tarihinde Gümüşhane' de doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Gümüşhane'de tamamladı. 1993-1994 eğitim-öğretim yılında KTÜ Matematik Bölümünde 1 yıl okudu. 1994-1999 yılları arasında devam ettiği Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra 3 yıl özel sektörde çalıştı. Ulusal ve Uluslararası çeşitli projelerde görevler almıştır. Çeşitli dergi ve internet sitelerinde farklı konularda yayımlanmış makaleleri bulunmaktadır. Halen KOSGEB Eskişehir Hizmet Merkezi Müdürü olarak görev yapmaktadır. İyi derecede İngilizce ve Almanca bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.