

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÜMES ATIKLARININ PELLETLEŞTİRME  
KARAKTERİZASYONUNUN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Betül CEBECİ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR**

**Mayıs 2017**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜMES ATIKLARININ PELLETLEŞTİRME  
KARAKTERİZASYONUNUN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Betül CEBECİ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR**

**Bu tez 17.04.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**



**Prof. Dr.  
Saim ÖZDEMİR  
Jüri Başkanı**



**Yrd. Doç. Dr.  
Ö. Hulusi DEDE  
Jüri Üyesi**



**Yrd. Doç. Dr.  
A. Bengü SÜNBÜL  
Jüri Üyesi**

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Betül CEBECİ

20.03.2017

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezim boyunca değerli yardım ve katkıları ile beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR'e, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli ailem ve eşim İsmail CEBECİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma Sakarya Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: FBYLTEZ 2012-50-01-054).

## İÇİNDEKİLER

|                                                                    |      |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| TEŞEKKÜR .....                                                     | i    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                  | ii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....                              | v    |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                             | vi   |
| TABLolar LİSTESİ .....                                             | vii  |
| ÖZET .....                                                         | viii |
| SUMMARY .....                                                      | ix   |
| BÖLÜM 1.                                                           |      |
| GİRİŞ .....                                                        | 1    |
| BÖLÜM 2.                                                           |      |
| TAVUK GÜBRESİNİN FİZİKSEL KİMYASAL MİKROBİYOLOJİK                  |      |
| ÖZELLİKLERİ .....                                                  | 3    |
| 2.1. Tavuk Gübresinin Özellikleri .....                            | 3    |
| 2.2. Tavuk Gübresinin Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi ..... | 5    |
| 2.3. Tavuk Gübresinin Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi ..... | 6    |
| 2.4. Tavuk Gübresinin Toprağın Biyolojik Yapısına Etkisi .....     | 6    |
| 2.5. Tavuk Gübresinin Yaratdığı Çevresel Problemler .....          | 6    |
| 2.5.1. Tavuk dışkısının yapısı .....                               | 7    |
| 2.5.2. Tavuk dışkısının işlenmesi .....                            | 7    |
| 2.5.2.1. Anaerobik işleme .....                                    | 8    |
| 2.5.2.2. Aerobik işleme .....                                      | 8    |
| 2.5.2.3. Kompostlaştırma .....                                     | 8    |
| 2.5.2.4. Yakma .....                                               | 8    |
| 2.5.2.5. Kurutma .....                                             | 9    |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6. Gübre İşleme Pelletleme Sistemi.....                            | 10 |
| 2.6.1. Ham madde girişı .....                                        | 10 |
| 2.6.2. Karıştırma .....                                              | 10 |
| 2.6.3. Presleme.....                                                 | 10 |
| 2.6.4. Paketleme hattı.....                                          | 11 |
| 2.7. Tavuk Dışkısının Değerlendirilmesi .....                        | 11 |
| 2.7.1. Gübre olarak değerlendirme .....                              | 11 |
| 2.7.2. Yem olarak kullanılması .....                                 | 12 |
| <br>BÖLÜM 3.                                                         |    |
| MATERYAL VE METOT .....                                              | 14 |
| 3.1. Projenin Uygulama Alanı .....                                   | 14 |
| 3.1.1. Proje uygulama bölgesindeki tavuk sayısının belirlenmesi..... | 14 |
| 3.2. Tavuk Gübresinin Miktarı ve Mevcut Durumunun Belirlenmesi.....  | 15 |
| 3.3. Kümes Atıklarının Pelletlenmesi .....                           | 16 |
| 3.4. Tavuk Gübresi Numunelerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri.....  | 17 |
| 3.4.1. pH.....                                                       | 18 |
| 3.4.2. Elektriksel iletkenlik (EC) .....                             | 18 |
| 3.4.3. Organik madde .....                                           | 18 |
| 3.4.4. Kuru madde ve nem muhtevası.....                              | 18 |
| 3.4.5. Toplam azot.....                                              | 19 |
| 3.4.6. Organik carbon.....                                           | 19 |
| 3.4.7. C : N oranı .....                                             | 19 |
| 3.4.8. Fosfor (P) ve potasyum (K) .....                              | 19 |
| 3.5. Pellet Karakterizasyonu.....                                    | 19 |
| 3.5.1. Pellet fiziksel karakterizasyonu .....                        | 20 |
| 3.5.1.1. Hacim ağırlığı .....                                        | 20 |
| 3.5.1.2. Sıkıştırma oranı .....                                      | 20 |
| 3.5.1.3. Dökme hacim ağırlığı .....                                  | 20 |
| 3.5.1.4. Özgül ağırlık .....                                         | 21 |
| 3.5.2. Pelletin mikrobiyolojik karaterizasyonu.....                  | 21 |
| 3.5.2.1. Fekal koliform tayini .....                                 | 21 |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.5.2.2. Salmonella tayini.....                                          | 22 |
| BÖLÜM 4.                                                                 |    |
| ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....                                     | 23 |
| 4.1. Kümes Atıklarının Fiziksel Karakterizasyonun Belirlenmesi .....     | 23 |
| 4.1.1. Sıkıştırılmış tavuk gübresinin fiziksel karakteristiği.....       | 24 |
| 4.1.1.1. Hacim ağırlığı .....                                            | 24 |
| 4.1.1.2. Sıkıştırma oranı .....                                          | 24 |
| 4.1.1.3. Özgül ağırlık .....                                             | 24 |
| 4.1.2. Sıkıştırılmış tavuk gübresinin mikrobiyolojik karakteristiği..... | 25 |
| 4.1.3. Sıkıştırılmış tavuk gübresinin kimyasal karakteristiği .....      | 26 |
| 4.1.4. Kümes atıklarının enerji değeri.....                              | 28 |
| BÖLÜM 5.                                                                 |    |
| SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....                                                | 30 |
| KAYNAKLAR .....                                                          | 31 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                            | 35 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|      |                                                 |
|------|-------------------------------------------------|
| A    | : Altlık Ağırlığı (kg)                          |
| ATS  | : Altlıklı Tavuk Sayısı (Broiler Kümes)         |
| C/N  | : Karbon / Azot                                 |
| CR   | : Sıkıştırma oranı                              |
| DA   | : Günlük Tavuk Dışkısı Miktarı (0,0675-0,09 kg) |
| DMD  | : Sindirilebilir kuru madde                     |
| EC   | : Elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{hos/cm}$ ) |
| kcal | : kilo kalori                                   |
| kg   | : Kilogram                                      |
| KM   | : Kuru madde                                    |
| OM   | : Organik madde                                 |
| OMD  | : Sindirilebilir organik kuru madde             |
| TGM  | : Tavuk Gübresinin Yıllık Miktarı (Ton)         |
| t    | : Ton                                           |
| YTS  | : Yumurta Tavuğu Sayısı                         |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1. Projenin uygulama alanı .....                                                                                                  | 14 |
| Şekil 3.2. Altlıklı yetiştiricilik yapılan bir kümes .....                                                                                | 15 |
| Şekil 3.3. Gübre işleme-Pelletleme.....                                                                                                   | 17 |
| Şekil 3.4. Boşaltılmış Kümesteki Altlık sıyırma işlemi ve Altlıklı Yetiştiricilik<br>Yapılan Kümesten Alınan Tavuk Gübresi Numunesi ..... | 17 |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.1. Broiler Tavuk Gübresi Organik Madde Miktarları.....         | 24 |
| Tablo 4.2. Tavuk gübresinin kimyasal özellikleri ve gübre değeri ..... | 27 |



## ÖZET

Anahtar kelimeler: Kümes atıkları, organik gübre, biyo-yakıt, kurutma

Tavukçuluk endüstrisi, ülkemizde en hızlı gelişen tarımsal sektörlerden birisidir. Tavuk üretiminin kaçınılmaz atığı olarak ortaya çıkan tavuk dışkısı veya kümes atığı en önemli bertaraf ve kirlilik problemi olmayı sürdürmektedir. Yılın her mevsiminde sürekli olarak ortaya çıkan atıklara çevresel ve ekonomik açıdan çözüm oluşturacak teknik ve teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ham hali ile tavuk gübresinin biyo-yakıt ve organik gübre haline işlenmesinde, özellikle yüksek rutubet ve düşük hacim ağırlığı yönünden dar boğazlar bulunmaktadır. Bu nedenle, kümes atıkları hali hazırda, üretim bölgelerinde gübre ve toprak ıslahı amaçlı olarak araziye verilmektedir. Bu çalışmada, kümes atıklarının gübre değeri ve çevre kirleticiliği yönünden kompozisyonu, gübre kaynağı, toprak iyileştirici olarak değeri, enerji kaynağı olarak özelliği incelenmiş ve değerini iyileştirmek için ekolojik ve ekonomik teknolojiler değerlendirilmiştir.

# **UTILIZATION OF POULTRY LITTER AS ORGANIC FERTILIZER OR BIO-FUEL**

## **SUMMARY**

Keywords : Poultry litter, organic fertilizer, bio-fuel,drying

The poultry industry is one of the fastest growing agro-based industry, in Turkey. However, a major problem facing the poultry industry is the large scale accumulation of wastes including manure and litter which may pose disposal and pollution problems. There is urgent need for environmentally and economically sustainable management technologies. In raw form, poultry litter has certain draw backs for both bio-fuel production and organic-fertilizer especially due to the high moisture content and low density. Therefore, most of the litter produced by the poultry industry is currently applied to agricultural land in places of production as a fertilizer and soil amendment. This study examines the composition of poultry litter in terms of nutrient content and environmental contaminants, its value as a nutrient source, soil amendment and fuel source, and cost-effective innovative technologies for improving its value.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Tarımsal üretim faaliyetleri içinde, tavukçuluk sektörü, en gelişmiş ve gelişmeye devam eden bir sektördür. Büyüme trendi takip edildiğinde sektörün gelişmesine devam edeceği açıkça görülmektedir. Sektörün gelişmesine paralel olarak üretim yan ürünü olarak ortaya çıkan atık miktarı da artmaktadır. Bakış açısına göre bu yan ürün, ya problem olarak ya da kaynak olarak değerlendirilir. İşletme boyutunun büyümesine bağlı olarak atık miktarlarının lokal alanlarda konsantre olması, atık yönetim sistem ve yöntemlerinin yetersizliği ile bir araya geldiğinde, çevresel sorunlar oluşturduğundan, ülkemizde halen problem olarak algılanmaktadır. Kesim sonrası oluşan atıkların tamamına yakını değerlendirilebilir son ürün haline getirilirken, dışkı ve altlık atıkları çözülmeyi bekleyen sorun olmaya devam etmektedir. Yıl içinde düzenli olarak ortaya çıkan kümes atıkları, gübreleme mevsiminde her hangi bir işlenmeden geçmeden, ham haliyle araziye verilirken, gübre ihtiyacının olmadığı dönemlerde uygun olmayan yerlere büyük oranda kontrolsüzce gelişigüzel boşaltılmaktadır. Kontrolsüzce terk edilen atık hem bırakıldığı araziye kullanılamaz hale getirmekte hem de  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ , uçucu organik asitler nedeniyle, kötü koku, sinek, böcek gibi vektör kaynağı da olduğundan sıklıkla çevrede yaşayan halkın şikâyetlerine neden olmakta, halk ve çevre sağlığı açısından risk oluşturmaktadır [1, 2, 3].

Ülkemizde, 2011 yılı verilerine göre yılda 1 milyara yakın tavuk yetiştirilmektedir [4]. Bir büyütme periyodunda 1000 broyler tavuğun 1.1-1.4 ton [5] altlık ürettiği varsayıldığında, Türkiye’de çıkan yıllık kümes atığı miktarı 10 milyon tonu bulmaktadır. Atık olarak nitelendiğinde ciddi çevre problemleri oluşturabilecek potansiyele sahip olan bu miktar, ham madde olarak değerlendirildiğinde paha biçilmez kaynak olabilecek potansiyeldir. Nitekim tavuk gübresini ham madde olarak kullanıp katma değer eklenmiş ürün haline getiren pek çok teknik, teknoloji ve

proses mevcuttur. Bunların içinde atıkların pellet haline getirildikten sonra organik gübre olarak kullanımı en yaygın değerlendirme yöntemlerinden biridir. Türkiye topraklarının yetersiz organik madde durumu ve yıllık kullanılan ticari gübre miktarı bir arada düşünüldüğünde tavuk atıklarının organik gübre kaynağı olarak kullanımı en pratik yol olarak görülmektedir.

Diğer yandan, her mevsim üretim yapılan tavuk kümeslerinde, ısıtma için maliyeti düşük enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Kümeden ham haliyle çıkan atıklar direk olarak yakılarak enerji elde etmede yüksek rutubet, kül oluşumu, düşük kalorifik değer, yanma problemi ve korozyondan dolayı etkin kullanılamamaktadır [6]. Organik gübre üretiminde olduğu, atığın işlenip enerji değerinin ve yanma özelliklerinin iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Sadece kurutma ile yanıcılık özelliklerinin iyileştirilmesinden sonra, kümeden çıkan atık aynı kümesin ısıtma ihtiyacından fazla enerji sağlayabilmektedir.

Çevre ve halk sağlığının korunması, koku probleminin önlenmesi, sinek, böcek gibi vektör çekiciliğinin giderilmesi için dışkıların kurutulması, işlenmesi ve hijyenik açıdan güvenli hale getirilmesi gerekmektedir. Kümes atıklarının kurutulduktan sonra yoğunluğunu artırmaya yönelik işlenerek organik gübre veya biyo-yakıt haline getirilmesi yukarıda sayılan bütün ihtiyaçlara çözüm olacak yöntemlerdir.

## **BÖLÜM 2. TAVUK GÜBRESİNİN FİZİKSEL KİMYASAL MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Organik tarım insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen ve üretimde kimyasal girdi kullanılmadan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimidir. Doğal dengeyi koruyarak hava ve su gibi yaşamsal kaynakların ve doğal hayatın korunmasını amaçlayan bir üretim yöntemidir [7].

Son yıllarda organik tarım uygulamaları önem kazanmıştır. Dünyada tarım sektöründe organik gübre kullanılarak üretilen ve pestisit uygulamaları içermeyen ürünler büyük ilgi çekmekte ve kullanım önceliği görmektedir. Bu tercihler çeşitli organik materyallerin tarımda kullanım olanaklarının daha ayrıntılı olarak araştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bunlardan biri de güncelliğini koruyan tavuk gübresidir [8].

### **2.1. Tavuk Gübresinin Özellikleri**

Tavuk gübresi, organik kökenli bir gübre olduğundan hem bitkiler için özellikle içerdiği azot yanında diğer bitki besinlerince zengin iyi bir besin maddesi kaynağı, hem de toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmesi yanında son zamanlarda hayvan beslemede yem katkı maddesi olarakta kullanılan iyi bir ıslah materyalidir. Bitkilerin sağlıklı gelişebilmeleri için gerekli besin maddesi ve toprakta organik maddenin olumlu etkilerini sağlaması bakımından tavuk gübresi diğer gübrelerle oranla büyük önem taşımaktadır [8].

Organik gübreler içerisinde kümes hayvanlarının besin maddesi içeriğinin diğer organik gübrelerden daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu nedenle tavuk gübresinin gübreleme programında yer alması ekonomik koşullar göz önünde bulundurularak sağlanmalıdır [8].

Diğer hayvan gübreleri gibi yakıt olarak kullanılamayan ve tavuk yetiştiriciliğinin çoğalmasına bağlı olarak günden güne artan tavuk gübresi, organik kökenli bitki besin kaynağı olarak önemli bir kaynak durumundadır. Genellikle sebze yetiştiriciliğinde kullanılan tavuk gübresi, mevcudun çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır [8].

Tavuk gübresindeki azotun % 65 inin, fosforun % 50sinin ve potasyumun % 75 inin gübre uygulamasının ilk yılında bitki tarafından yararlanılabilir olması da bu gübrenin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir [8].

Kümeslerden doğrudan çıkan gübre fazla miktarda nem içerdiğinden, hayvan beslemede kullanılabilmesi için diğer dane yemlere karıştırılmakta ya da kurutularak katkı maddesi olarak kullanılmaktadır [8].

Tavukçuluk sektöründen elde edilen gübrenin kafes ve yer yumurta tavuğu ile etlik piliç olmak üzere genelde üç ayrı tipi bulunmaktadır. Kafes yumurta tavuğu gübresinin tamamına yakını dışkıdan oluşurken, yer yumurta tavuğu ile etlik piliçlerin dışkıları altlık materyali ile karışık bulunur. Bu nedenle gübrenin bileşimi ve miktarı tavukların yetiştirilme şekli, kullanılan yem ve yataklığın özelliği ve miktarı gibi faktörlere bağlıdır [9,10].

Tavuklar almış olduğu gıdaların tamamını sindirmeden ( % 35 – 40 nı sindirmeden ) dışarı atarlar. Onun için gübre olarak çıkan dışkı yüksek kalitede bitki besinleri içerir.

Diğer kimyasal gübrelere göre değişik hava şartlarında ( Yağış, soğuk, sıcak vs gibi ) özelliğini kaybetmez, toprakta uzun müddet kalır.

Tavuk gübresi diğer organik gübreler sığır gübresi, koyun gübresi gibi diğer çiftlik gübrelere göre farklıdır. Tavuk gübresindeki Azot ( N ) miktarı, Sığır gübresi – koyun gübresi ve diğer çiftlik gübrelere göre çok fazladır. Bundan dolayı tavuk gübresi

kullanırken dikkat edilmesi gerekir. Tavuk gübresi fazla miktarda veya direk kullanıldığında bitkide yanma görülebilir [11].

Organik tavuk gübresi kullanılırken ya az miktarda toprağa karıştırılarak verilmeli ya da saman – sap gibi nesnelerle karıştırılarak verilmelidir. Sulandırılarak da verilebilir, böylece tavuk gübresi seyrekleştirilmiş olur.

Organik tavuk piliç gübresi Azot ( N ), Fosfor ( P ), Potasyum ( K ), Kalsiyum ( Ca ), Mangenez ( Mg ), Bakır ( Cu ) ve Çinko ( Zn ) elementleri içerir.

Aynı zamanda tavuk gübresinin bazı önemli özelliklerinden dolayı mera ıslahında kullanılması uygundur. Örn. Toprakta uzun süre özelliğini kaybetmeden kalması. Ülkemizde yumurta yönlü tavukçuluk yapılan yörelerde tavuk gübresi işleme tesisleri kurulmuş, işlenmiş olan organik tavuk gübreleri torbalanarak satılmaktadır [11].

## **2.2. Tavuk Gübresinin Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi**

Tavuk gübresi toprağın tarıma elverişli olmasını ve toprağın su tutma kapasitesini arttırır. Bununla birlikte toprağın ısı dengesini sağlar. Tavuk gübresi toprak yüzeyinde kabuk tabakasının oluşumunu azaltarak, toprağa suyun girişini arttırır ve yüzey akışını azaltır. Toprağın çatlamasını engeller. Tarım ilaçları, ağır metaller ve birçok kirleticinin olumsuz çevresel etkilerini toprakta azaltır. Toprak tanelerinin kümeleşmesine yardımcı olur ve erozyon tehlikesini azaltır. Düşük hacim ağırlığı ile toprakta sıkışmanın oluşumunu engeller ve toprak işlemeyi kolaylaştırır. Don kesmesini önler. Yüksek katyon değişim kapasitesi özelliği ile bitki besin maddelerinin toprakta tutulmasına yardımcı olur ve toprakları olabilecek ekstrem tuzluluk ve pH değişimlerine karşı dirençli kılar. Organik tavuk piliç gübresi uzun süre toprakta kalarak, bitki besin maddesi olarak etkisini gösterir.

### **2.3. Tavuk Gübresinin Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi**

Mikrobiyolojik faaliyetlerin artmasıyla, bağlı bulunan bitki besin maddelerini faydalı hale getirir. İçerdiği humik asit sayesinde toprakta yarayışlılığı kısıtlanan pek çok bitki besin maddesinin yarayışlılığını arttırır. Azot, fosfor, kükürt ve kalsiyum başta olmak üzere birçok besin maddesini ihtiva eder. Bitkilerin ve toprak canlılarının gelişimini hızlandırır. Bitkinin kök gelişimini hızlandırır. Bitkinin hastalıklara karşı direncini arttırır. İçinde bulunan organik madde ayrışması esnasında açığa çıkan besin maddeleriyle bitkiyi besler. Bitkiye iyi bir vejetatif gelişim, iyi bir çiçeklenme dolayısıyla erkencilik kazandırır.

### **2.4. Tavuk Gübresinin Toprağın Biyolojik Yapısına Etkisi**

Toprakta mikrobiyolojik aktiviteyi hızlandırır. Toprak mikroorganizmalarına karbon ve enerji kaynağı olarak hizmet eder. Topraktaki mikroorganizma popülasyonunun artmasını sağlar. Topraktaki mikroorganizmalar için vitamin, hormon ve antibiyotik kaynağı olarak hizmet eder.

### **2.5. Tavuk Gübresinin Yarattığı Çevresel Problemler**

Hayvancılık endüstrisinin her geçen gün büyümesiyle hayvansal atıkların oluşması önemli ölçüde çevresel sorunların oluşmasına sebep olmaktadır. Türkiye’de son yıllarda özellikle kümes ve çiftlik hayvanlarından kaynaklanan hayvansal atıklar, en önemli ve en ciddi çevresel problemler arasında yer almaktadır. Bu nedenle tavukçuluk sektöründe dışkının oluşturduğu çevresel sorunlar önemli bir boyuta gelmiştir [2,12].

Hayvancılık işletmelerinin yapısı bakımından daha geniş alanlara yayılmış olması, su kirliliğine olan etkisinin boyutlarının ne ölçülere kadar ulaştığının bilinmesini önlemektedir. Dağınık kirlilik kaynakları olarak nitelendirilen gübreler, hayvansal atıklar vb. yüzey sularına veya yer altı sularına ulaşarak su kaynaklarının kalitesini bozmakta ve bu su kaynaklarını kullanılamaz hale getirmektedir [13].

Hayvancılık işletmelerinde çevre sorunlarına neden olan atıklar, aynı zamanda büyük ekonomik potansiyelleri vardır. Hayvansal kaynaklı atıkların çoğunun gübre ve yem üretimi gibi alanlarda kullanımı mümkündür. Bu sebeple hayvancılığa bağlı atıkların değerlendirilmesi çevre baskısını azaltacak, atıl durumda bulunan ekonomik kaynak değerlendirilmiş olacaktır [13]. Bu atıkların herhangi bir yönetime tabi tutulmadan bilinçsizce ekim alanlarına, açık alanlara, meralara, çevreye atılması ürün çeşitliliğini ve kalitesini düşürmekte, toprağın biyolojik yapısına zarar vererek faydalı kullanım alanını bozabilmektedir [14].

Gerektiği kadar uygun değerlendirme yöntemlerinin olmaması ve kurutma tekniklerinin maliyeti artırması nedeniyle, yerleşim birimleri etrafında kurulmuş büyük kapasitedeki tavukçuluk işletmelerinin genellikle %50 civarında sulandırarak depoladıkları tavuk gübreleri çevre açısından koku, sinek kaynağı, atmosfer ve su kirliliğine sebep olmaktadır [15].

#### **2.5.1. Tavuk dışkısının yapısı**

Tavukçuluk endüstrisinden elde edilen dışkının yumurta tavuğu ve etlik piliç olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Kafes yumurta tavuğu gübresinin neredeyse tamamı dışkıdan oluşurken, etlik piliçlerin dışkıları altlık materyali (çeltik kavuzu, ağaç talaşı) ile karışık olarak bulunmaktadır [16]. Bu sebeple gübrenin bileşimi ve miktarları değişmektedir.

#### **2.5.2. Tavuk dışkısının işlenmesi**

Kümes hayvanlarının atıklarının toplanarak işletilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin kullanımı ortam şartlarının özelliklerine ve içinde bulunulan durumun maliyetine bağlıdır. Yöntemlerin seçiminde iklim, hayvan türü, kapasite ve ekonomi etkili olmaktadır. Katı atıklar, düzenli depolama, kompostlaştırma, yakma ve araziye gömme gibi tekniklerle bertaraf edilmektedir. Yakma hariç diğer yöntemlerde belli bir dönemlerde mikroorganizma faaliyeti gerçekleşmektedir [17].

### **2.5.2.1. Anaerobik işleme**

Anerobik parçalanma mikroorganizmaların oksijensiz ortamda, biyokütlenin başka ürün ve yan ürünlere dönüştürülmesidir [18]. Temelde 3 aşamada gerçekleşmektedir. Hidroliz, asit oluşum ve metan oluşum aşamalarıdır [19,20].

### **2.5.2.2. Aerobik işleme**

Tavuk gübresinin aerobik yöntemle ayrıştırılmasında oksijene gereksinim duyan bakterilerin varlığına ihtiyaç bulunmakta, seyreltilmiş organik artıkların oksijenle zenginleştirilmesi ile ayrışma başlamaktadır [21]. Şartlar sağlandığında seyreltilmiş tavuk gübresinde bakteriler çoğalmak için gereksinim duydukları besin maddelerini bir takım biyokimyasal ve oksidasyonla tavuk gübresinden sağlamaktadırlar. Aerobik işleme prosesinde karbon, azot ve diğer besi elementleri içeren organik maddeler, aerobik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmakta ve sonuçta karbondioksit, ısı, su ve kompost oluşmaktadır [16].

### **2.5.2.3. Kompostlaştırma**

Kompostlaştırma, “organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle toprak iyileştirici madde üretilmesi” olarak tanımlanmaktadır [22]. Kompost ise; biyokimyasal olarak ayrışabilir çok çeşitli organik maddelerin organizmalar tarafından stabilize edilmiş, mineralize olmuş ürünlerdir. Bu olayın gerçekleşebilmesi için atık kütleindeki su içeriğinin % 45-60 dolaylarında olması gerekmektedir [23,24].

### **2.5.2.4. Yakma**

Tavuk dışkısının yakılarak ortadan kaldırılması verimsiz bir uygulama olarak görülmektedir. Yakma işlemi, yararlı besin maddelerinin atmosfere salınması anlamına gelmekte, hava kirliliği oluşmakta, kötü koku ve partiküller atmosfere salınmaktadır. Tavuk dışkısının yüksek oranda organik madde içermesinden dolayı,

yakma işlemi sonucunda başlangıç kuru maddesinin %10 –30'u kadar geriye kül kalmaktadır. Diğer taraftan tavuk dışkısının toplanması ve yakma alanına taşınması pahalı olduğundan, yakma işlemi tavuk dışkısının atık olmaktan çıkarılmasında ekonomik bir yol olarak gözükmemektedir [21].

#### **2.5.2.5. Kurutma**

Tavuk dışkısında diğer türlerle karşılaştırıldığında daha yüksek oranda kuru madde bulunmaktadır. Sulandırarak uzaklaştırmaktan çok kurutarak değerlendirme işleminin daha yararlı ve ekonomik olacağı bildirilmektedir [25]. Besin maddesi içeriği bakımından en üst seviyede bulunduğu kümes ortamında havalandırma veya ısıtma yöntemleri kullanılarak kurutulabilir. Bunu sağlamaya yönelik kümes planları bulunmaktadır. Bunlar arasında derin altlıklı kümes sistemi, ızgara sistemi, mekanik kurutma sistemleri bulunmaktadır.

Hızlı kurutma prosesi proteinlerin (azotlu bileşik) amonyak formuna dönüşmesini engeller. Amonyak oluşumu % 95 oranında azaltılır. Aksi takdirde atmosfere uçacak olan amonyak organik maddeye bağlanır. Bu çevre açısından büyük öneme sahiptir, koku oluşumu ve azot kaybı engellenir. Kurutma ya sıcaklık kullanılarak veya doğal olarak yapılır. Tavuk gübresi minimum % 90 kuru maddeye kadar kurutulur [25].

#### **2.5.2.5.1. Gübre işleme-pelletleme**

Ham gübre kurutulduğunda oldukça kabarık (250 kg/ m<sup>3</sup>) tasıma ve satışa uygun değildir. Alıcılar açısından da diski görünümünde ve topaklardan oluştuğu için çekici gelmemektedir. Bu nedenle gübre parçalanır, preslenir ve paketlenir. Presleme aşamasında yüksek sıcaklık 70°C patojen giderimi sağlar. Preslenerek hacim yaklaşık %250 oranında azaltılır, tasıma ve tüketiciler için uygun hale getirilir [26].

## **2.6. Gübre İşleme Pelletleme Sistemi**

### **2.6.1. Ham madde girişi**

Sisteme ham madde girişi kepçe ve bant sistemi ile alınır. Ham tavuk gübresi 100 tonluk düz beton zeminli depolarda depolanır. Konveyör ile presleme ünitesine gelen ham tavuk gübresi sisteme giriş yapar. Bazı durumlarda değirmen ile büyük partiküllerin değirmen vasıtası ile parçalanması gerekebilir.

### **2.6.2. Karıştırma**

Sisteme giriş yapan gübre helezon bant ile karıştırıcı helezona gelir. Burada içine buhar verilir, bazı durumlarda sıvı da vermek gerekebilir. Buhar gübreyi yaklaşık 60°C'ye kadar ısıtmalıdır. Karıştırıcı konveyör ham maddeyi pelletleme ünitesine nakleder.

### **2.6.3. Presleme**

Motor gücü 110 KW. Granulator 5-roller sistemli. Preslemeden sonra peletler buhar uygulanacak son şartlandırmaya döner valf ile iletilir. Buhar ürünün sıcaklığını yaklaşık 70 °C'de tutmalıdır. Son şartlandırıcıda ürün yaklaşık 60 dakika kalır. Son şartlandırıcı paslanmaz çelik kazan içinde gerçekleştirilir.

Bu şekilde son şartlandırıcıdan çıkan ürün salmonella bakterisinden arındırılmış olur. Son şartlandırıcıdan çıkan ürün belt konveyör ile pellet soğutucuya getirilir. Pellet soğutucu pelletleri normal hava sıcaklığının yaklaşık 5°C üzerine kadar soğutur. Soğutucudan emilen hava siklon filtre sistemine aktarılır, buradan havaya verilir. Siklonda toz havadan ayrılır ve sistemin başına verilir. Soğutucunun altından alınan pelletler konveyör ile paketleme ünitesine aktarılır.

#### 2.6.4. Paketleme hattı

Paketlenmeye hazır ürün, paketleme deposuna gelir paketleme tartısına alınır. Pellet paketlemesi için uygun ağırlık kontrollü paketlemede saate 25 kg'lık 100 paket hazırlanır. Daha sonra çuvallar dikilir ve depolamaya veya satışa hazır hale getirilir. Pelletler her türlü sera yetiştiriciliğinde ve açık alanda alternatif gübre kaynağı olarak kullanılır. Gübreleme programının ürünün element içeriği ve bitkinin ihtiyacına göre ayarlanması gerekir.

#### 2.7. Tavuk Dışkısının Değerlendirilmesi

Tavukçuluk endüstrisinin bir yan ürünü olan tavuk gübresi, sindirilmeyen yemler ve vücut artıklarından ibaret idrar ile karışık hayvan dışkısını ifade etmektedir. Atıkların iyi bir şekilde değerlendirilmesi neticesinde tavuklardan elde edilecek kârın bir miktar artması yanında bu atık maddelerin çevre için sorun oluşturması da önlenecektir [26].

##### 2.7.1. Gübre olarak değerlendirme

Tavuk dışkısı toprağın bazı özelliklerinin ıslah edilmesinde ve bitkiler için önemli bir besin maddesi sağlayan organik kökenli bir maddedir. Tavuk dışkısı özellikle kapsadığı azot ve organik madde miktarı bakımından diğer hayvan gübrelere göre daha değerlidir [15].

Tavuk gübresi bitki besin maddeleri bakımından zengin olması suyun süzülme hızını ve toprağın organik madde oranını artırması bakımından önemlidir. Kanatlı gübrelere içerdikleri nitrojen, fosfor ve potasyum yönünden patates, domates, yapraklı sebzeler gibi bitkilerin yetiştiği tarlalarda kullanılır. Ancak, uygun depolanmayan gübrelere önemli azot kaynağı olan ürik asit hızla amonyağa dönüşerek kaybolabilmektedir. Gübrenin fazla miktarda uygulanması ise içerdiği amonyaktan dolayı bitkilere zarar verir [1].

Ülkemizde önemli miktarlarda üretimi yapılan tavuk atığını değerlendirmek ve tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan çeşitli atıkların yarattığı çevre kirliliği sorununa çözüm bulmak için günümüzde her türlü kaynağın değerlendirilmesi ve her çareye başvurulması gerekmektedir. Nitekim aşırı kimyasal azotlu gübreleme, bitki bünyesinde insan sağlığına zararlı olan nitrat birikimini artırmaktadır. Oysa organik kökenli gübreler, bitkilerdeki nitrat içeriğini hiç gübreleme yapılmamış olan kontrol bitkilerine göre önemli oranda değiştirmemiştir [27].

Tavuk gübresi bitki beslemede değerli bir gübre olmakla birlikte azot ve fosfor içermesinden dolayı yer altı ve yer üstü sularının kirlenmesine sebep olmaktadır. Özellikle yaş tavuk gübresi, sinek ve böcek larvalarının gelişmesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır. Hayvanın türüne göre değişmekle birlikte genellikle gübreler içerdiği, antibiyotikler, arsenikli bileşikler, ağır metaller, iz elementler, koksidiostatlar, pestisidler, mikotoksinler ve hastalık etkenleri vasıtasıyla diğer canlılara ve çevreye zarar verme bakımından da bir risk faktörü olarak karsımıza çıkar. Tarlaya yayılan gübreler coğrafi koşulların etkisiyle yakında bulunan akarsu ve göllere dolaylı olarak yansımaktadır. Sulara karışan gübreler su ekosistemini bozarak buradaki alglerin tükenmesine sebep olur [26].

Gübrenin güneşte kurutulması ekonomik olmakla birlikte güvenli bir yol değildir. Ayrıca güneşte kurutma ile gübredeki ham protein ve diğer organik madde kaybı daha fazla olur. En sağlıklı yol gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, hayvan gübresinin kurutulmasında özel kurutucu cihazların kullanılmasıdır. Kurutma işlemi düşük ısıda uzun süreden ziyade, yüksek ısıda kısa süreli yapılmalıdır. Böylece gübrenin besin değeri korunmuş olur [1].

### **2.7.2. Yem olarak kullanılması**

Uzun yıllar tavuk gübresinin sadece toprağa atılmasından sonra, tavuk gübresinin besin madde kapsamı anlaşıldığından bu yana hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır. Tavuk gübresinin geniş getiren hayvanların yemlerinde bir yem

maddesi olarak kullanımı, gübrenin bitki besleme dışında faydalanılmasının iyi bir örneğidir [26].

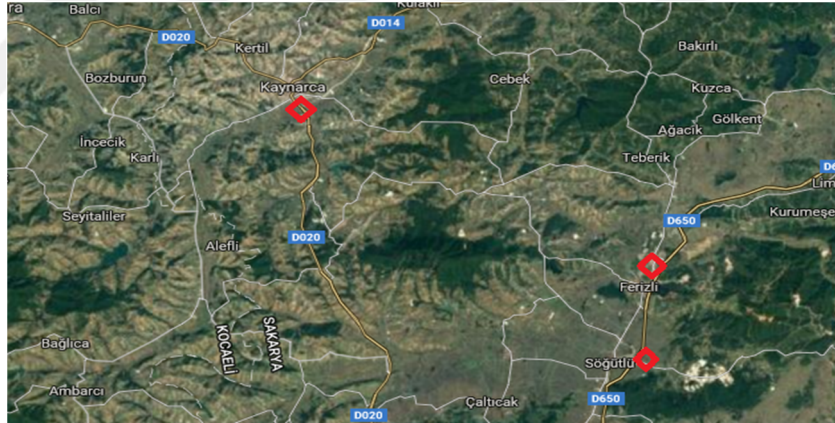
Tavuk gübresi, tek mideli hayvanlardan ziyade ruminantlarda (rumen mikroorganizmaları, ürik asit, üre, amonyak gibi protein niteliğinde olmayan azot kaynaklarını değerlendirebilir) nemli bir protein, kalsiyum (% 8,8), fosfor (% 2,5), vitamin (B12 vitamini) kaynağı ve katkı maddesidir. Tavuk gübresi, koyun ve sığırılar için 2000 kcal/kg sindirilebilir enerji değerindedir. Gevişenlerin beslenmesinde önemli bir yeri olan tavuk gübresinin besin maddeleri kapsamı gübrenin elde edildiği hayvana, hayvanın yaşına, rasyon kompozisyonuna, yetiştirme sistemine ve depolama şartlarına göre değişmektedir [1].



## BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

### 3.1. Projenin Uygulama Alanı

Sakarya ilinin tüm ilçelerinde tavukçuluk yapılmakla birlikte, toplam tavuk sayısının üçte biri Kaynarca, Ferizli ve Söğütü ilçelerinde bulunmaktadır. Yumurta tavukçuluğunun yaklaşık % 65'i tek başına Kaynarca ilçesinde bulunmaktadır. Dolayısıyla Sakarya'da tavuk gübresinin en çok bulunduğu yerler de birbirine komşu olan bu üç ilçedir. Bu yüzden tavuk gübresinin miktarı, mevcut durumu ve pellet üretiminde kullanılabilirliğinin belirlenmeye çalışıldığı bu projede Kaynarca, Ferizli ve Söğütü İlçeleri seçilmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Projenin uygulama alanı

#### 3.1.1. Proje uygulama bölgesindeki tavuk sayısının belirlenmesi

Proje başlangıcında yapılan literatür çalışmalarında Sakarya İlinde ve uygulama bölgesi olan Kaynarca, Ferizli ve Söğütü ilçelerinde tavuk gübresinin miktarına ilişkin güncel verilerin bulunmadığı görülmüştür. Bu yüzden önce mevcut kapasite ve bu kapasitenin ne kadar kullanıldığı yani proje uygulama bölgesindeki tavuk sayısı tespit edilmiştir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Altlıklı Yetiştiricilik Yapılan Bir Kümes

Bu amaçla Sakarya İl Çevre ve Orman Müdürlüğü ve Tarım İl Müdürlüğünden istatistik veriler alınmıştır. Bu veriler kayıtlı kümeslerden bir kaçına numune alımları için yapılan ziyaretlerle de doğrulanmıştır. Ayrıca saha çalışmasında yetiştiricilerden alınan bilgiler bölgemizde genel olarak beş buçuk yetiştirme dönemi uygulandığını göstermektedir. Buradan yola çıkılarak boş kümesler toplam kapasiteden düşüldükten sonra kalan dönemlik tavuk sayıları beş buçukla çarpılarak yıllık tavuk sayısı proje alanındaki her ilçe için ve toplam olarak hesaplanmıştır.

### 3.2. Tavuk Gübresinin Miktarı ve Mevcut Durumunun Belirlenmesi

Tavuk kümeslerinden oluşan organik atıkların miktarı ve karakterizasyonu, yetiştirilen tavuğun cinsine, yetiştirme süresine, kullanılan yemin miktar ve özelliklerine, seçilen altlığın türü ve serme miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Tavuk gübresinin miktarının hesaplanması için literatürde verilmiş kesin bir formül bulunmamaktadır. Bununla birlikte literatürdeki çalışmalarda genel olarak tavuk sayısı ile bir tavuğun günlük dışkı miktarı çarpılarak tavuk gübresinin miktarı hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu hesaplama yumurta tavukçuluğu gibi altlık kullanılmayan kümesler için pratik bir hesaplama yöntemi olarak kabul edilebilir.

Fakat broiler kümeslerde kullanılan altlık miktarı da hesaba katılmalıdır. Bu projede yumurta tavukçuluğunun ve altlıklı üretimin ayrı ayrı düşünüldüğü bir model geliştirilmiş ve toplam tavuk gübresinin miktarı hesaplanmaya çalışılmıştır.

Hesaplamalarda günlük tavuk dışkısının miktarı bir çok literatürde verildiği gibi canlı ağırlığın %4,5' i olan 0,1-0,15 kg olarak alınmış ve tavuk gübresi için belirlenen en düşük ve en yüksek günlük miktarlar 365 günle çarpılıp gerekli birim dönüştürmeleri yapılarak yıl/ton olarak bulunmuştur. Yumurta tavukçuluğunda tavuklar yetiştiren olarak kümese alındığından gübre miktarı hesaplanırken günlük 0,15 kg değeri kullanılmıştır [29, 30].

Kullanılan altlık miktarının tespiti için saha çalışmasında gidilen kümesler de kümes alanı ile tavuk sayıları tespit edilerek, kümesler için ortalama 1 m<sup>2</sup> ye 15 tavuk düştüğü bulunmuştur. Ayrıca bir yetiştirme döneminde serilen altlık miktarı kümes alanına bölünerek 1 m<sup>2</sup> ye serilen altlık miktarı belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre 15 tavuğa kullanılan altlık miktarı 2.5 kg olarak tespit edilmiştir. Bu verilerden yola çıkarak toplam kullanılan altlık ve tavuk gübresi miktarı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$TGM = ((YTS \times DA \times 365) + (A + (ATS \times DA \times 365))) / 1000 \quad (3.1)$$

$$A = ((ATS / 15) \times 2,5 \times 5,5) / 1000 \quad (3.2)$$

TGM : Tavuk Gübresinin Yıllık Miktarı (Ton)

YTS : Yumurta Tavuğu Sayısı

ATS : Altlıklı Tavuk Sayısı (Broiler Kümes)

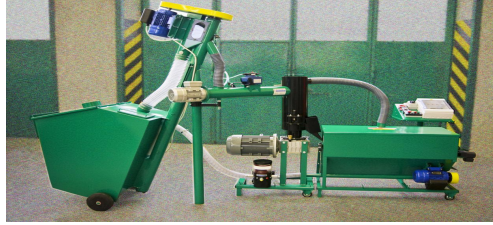
A : Altlık Ağırlığı (kg)

DA : Günlük Tavuk Dışkısı Miktarı (0,0675-0,09 kg)

### 3.3. Kümes Atıklarının Pelletlenmesi

Kümes atıklarını temsil etmesi için broyler altlıklı atık ve kafes sistemi ile yetiştirilen yumurta tavuğu atığı örnek olarak alınmış ve kısa süre içinde açık havada % 90 kuruluğun üzerinde kurutulmuştur. İki farklı kümes atığı ayrı olarak Şekil 3.3.'deki makinede deneysel amaçlı kullanım için pellet haline getirilmiştir. Pelletleme

aşamasında makinenin çalışma prensibine göre yapışma özelliğini iyileştirmek için su buharı kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Gübre işleme-Pelletleme

### 3.4. Tavuk Gübresi Numunelerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri

Proje kapsamında tavuk gübresinin bitkisel üretimde besin maddesi sağlayıcısı olarak kullanımını etkileyecek parametreler saha çalışması sırasında alınan numunelerin analizi ile tespit edilmiştir.

Saha çalışmasının numune alımı aşamasında yumurta tavukçuluğu ve altlıklı yetiştiricilik yapan tesislerden ayrı ayrı gübre numuneleri alınmıştır. Altlıklı yetiştiricilikten alınan numuneler tavukların kümeden boşaltılmasının ardından kümes temizliği yapılırken altlık kaldırma işlemi yapılırken alınmıştır. Şekil 3.4’ de saha çalışmasında numune alma ve altlık kaldırma işlemleri görülmektedir.



Şekil 3.4. Boşaltılmış Kümesteki Altlık sıyırma işlemi ve Altlıklı Yetiştiricilik Yapılan Kümeden Alınan Tavuk Gübresi Numunesi

### 3.4.1. pH

Bu çalışmada tavuk gübresi numunelerinin pH' ı AB standartlarında belirtildiği şekilde 1:5 oranında hazırlanmış metaryel-saf su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür. Bunun 1:5 oranına uygun olarak numunelere saf su eklenmiş ve mekanik çalkalayıcıda 1 saat çalkalanmıştır. Daha sonra numuneler önce tülde geçirilerek su ve kaba parçacıkları birbirinden ayrılmıştır [29,30,31,32].

### 3.4.2. Elektriksel iletkenlik (EC)

Kümeslerden alınan tavuk gübresi numunelerinin elektriksel iletkenliği (EC), AB standartlarında belirtildiği şekilde 1:5 oranında hazırlanmış metaryel-saf su süspansiyonunda ölçülmüştür. 1:5 metoduna uygun olarak, tavuk gübresi numunelerine uygun miktarda saf su ilave edilerek, çalkalayıcıda 1 saat çalkalanmaya bırakılmış, ardından EC değeri, numunenin basınç pompası yardımı ile Whatman 42 filtre kâğıdı yerleştirilmiş Buchner hunisinden süzülmesinden sonra elde edilen süzüntüde sıcaklık dikkate alınarak EC elektrotu ile ölçülmüştür [29, 30,31,32].

### 3.4.3. Organik madde

Bu çalışmada tavuk gübresi numunelerinin organik madde içeriği, 550 °C'de numunelerin 4 saat süreyle yakılması ve organik madde kayıplarının fırın kuru ağırlık ilkesine göre % olarak hesaplanmasıyla belirlenmiştir [29, 30, 31,32].

### 3.4.4. Kuru madde ve nem muhtevası

Tavuk gübresi numunelerinin kuru madde ve nem muhtevası 105 °C' de sabit tartıma gelene kadar kurutulup soğutulduktan sonra ağırlığının ve kaybın, numune ağırlığına yüzde olarak oranlanması ile bulunmuştur.

### 3.4.5. Toplam azot

Tavuk Gübresi numunelerinin toplam azot içeriği, bileşikler içindeki azotun derişik sülfürik asit ile amonyağa dönüştürülmesi ve amonyağın ortam içinde amonyum sülfat halinde tutulması prensibine dayanan Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir (Toplam N = Toplam kjeldahl azotu = amonyak azotu + organik azot) [35, 36].

### 3.4.6. Organik carbon

Çalışmada kullanılan tavuk gübresi numunelerinin organik karbon muhtevası, Walkley-Black metoduna göre; 1 g öğütölmüş kuru tavuk gübresi numunesinde (0,15 mm), potasyum dikromatın ( $K_2Cr_2O_7$ ), organik karbon bileşikleri ile indirgenmesi ve sonrasında indirgenmeyen dikromatın, ferrous amonyum sülfat ile titre edilerek oksitlenmesi-indirgenmesi ile kuru ağırlıkta % olarak bulunmuştur [35, 36].

### 3.4.7. C : N oranı

Tavuk gübresi numunelerinin C : N oranı , Organik karbon/N oranlanmasıyla bulunmuştur [29, 30].

### 3.4.8. Fosfor (P) ve potasyum (K)

Çalışmada kullanılan tavuk gübresi numunelerinin Potasyum (K), numunelerin ekstrakte edilmesinin ardından ICP (Perkin Emler, Optima 2100 DV) plazma yayım spektroskopisi ile belirlenirken, Fosfor (P) klorometrik yöntemle tespit edilmiştir [29, 30, 37].

## 3.5. Pellet Karakterizasyonu

Proje kapsamında üç farklı pellet örneğinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik karakterizasyonu incelenmiştir. Pelletlerden iki tanesi proje kapsamında deneysel kullanım amaçlı olarak broyler altlığından ve diğeri yumurtacı tavukların dışkısından

yaptırılmıştır. Bu örneklerin karakterizasyonu ticari olarak üretilmiş ve piyasada satılan pellet örneği ile karşılaştırılmıştır.

### 3.5.1. Pellet fiziksel karakterizasyonu

#### 3.5.1.1. Hacim ağırlığı

Hacim ağırlığı depolama ve taşıma alanı ve blokların maliyetinde önemli bir tasarruf göstergesidir. Sıkıştırılmış blokların kütle yoğunluğu, numune ağırlığı ve ölçütü bir hacmi ile denklem kurularak hesaplanmıştır [30,31,32,38].

$$\rho_b = \frac{W}{L \times B \times T} \quad (3.3)$$

Bu hacim ağırlığı denkleminde  $\rho_b$  hacim ağırlığı, W sıkıştırılmış bloğun ağırlığı (kg), L sıkıştırılmış bloğun uzunluğu, B sıkıştırılmış bloğun genişliği, sıkıştırılmış bloğun kalınlığını ifade etmektedir.

#### 3.5.1.2. Sıkıştırma oranı

Sıkıştırma oranı sıkıştırma sırasında hacimce küçülme gösterir. Bu sıkıştırılmış malzemenin ilk yoğunluğuna kompakt blok yığın yoğunluğuna oranı ile elde edilmiştir [39].

$$CR = \frac{\rho_b}{\rho_{raw}} \quad (3.4)$$

#### 3.5.1.3. Dökme hacim ağırlığı

Dökme hacim ağırlığı, tavuk gübresinin bir silindir kap yardımıyla kabın öncelikle darası alınıp ölçülerek daha sonra da içinde tavuk gübresi doldurularak, üst üste yaklaşık 500 defa bir alet yardımıyla hafif basınç uygulanarak tepeleme doldurulması ve ağırlığının ölçülmesiyle Hacim/Ağırlık olarak ölçümüdür [30,31,32,38].

#### 3.5.1.4. Özgöl ağırlık

Gerçek yoğunluk da denilen özgöl ağırlık, kuru katı materyalin (105°C’de kurutulmuş ) kütlesi ile partiküllerin işgal ettiği gerçek hacim arasındaki ilişkiyi belirtir, buna partiküller arası boşluk alanları dahil değildir [38].

$$\text{Ö A } \left( \frac{g}{cm^3} \right) = \frac{100}{\frac{\%O.M}{1,45} + \frac{\%K.M}{2,65}} \quad (3.5)$$

#### 3.5.2. Pelletin mikrobiyolojik karakterizasyonu

##### 3.5.2.1. Fekal koliform tayini

Pellet karakterizasyonunu mikrobiyolojik olarak tayin ederken, ham tavuk gübresinde bulunan toplam koliform tayininin pellet içerisindeki durumu, pelletin stabilirliliği için önemli bir ölçüttür.

Koliform grubu bakterilerin önemli bir türü olan *Escherichia coli*, 2-4 µm boyunda 0,4-0,7 µm eninde, düz, uçları yuvarlak çomak biçiminde bakterilerdir. Haraketleri tifo basiline (*Salmonella typhi* ) göre daha yavaştır. *Escheria coli* fakültatif anaeroptur. Optimal üremesi 35°C dir. Normal besiyerinde kolay ve bol ürerler. Sıvı besiyerinde homojen olarak ürerler ve kültürleri feçes (dışkı) kokusundadır. Koliform bakterilerin asıl kaynağını insan ve hayvanların (sıcakkanlı hayvanların) dışkıları oluşturmaktadır. Dolayısıyla, yerleşim merkezlerindeki; kanalizasyon suları ile bunlarla kirletilmiş olan sıvı atıklar ve katı atık sızıntı suları önemli koliform kaynaklarıdır. Fekal koliformlar, koliform grubu üyelerinden olup, daha yüksek sıcaklıkta (44,5±0,2°C) çoğalma kabiliyetine sahip olan, muhtelif sıcakkanlı hayvanlarla insanların dışkılarında bulunmaktadır.

Sıcakkanlı hayvanların feçesleri ile bağırsakta yaşayan koli grubu bakteriler genellikle uygun kültür vasatlarında 44,5 ±0,2 °C de laktozdan gaz oluşturabilen organizmalardır. Sözü edilen bu kaynakların dışındaki koli grubu bakteriler, bu

şartlarda genellikle gaz üretmezler. Bu uygulama koli bakterilerinin bir üyesi olan fekal koli grubunu tanımlamak için kullanılmaktadır [40]. Pellet içerisindeki fekal koliformu bulabilmek için hazır besiyerinde direkt ekim yöntemi ile, inkübasyon sonucu oluşan bakteri kolonilerinin sayımını yaptık.

### **3.5.2.2. Salmonella tayini**

Salmonella, Gram (-), sporsuz, hareketli, kapsülsüz, fakültatif anaerob bir basildir. Enterobacteriaceae familyasına aittir. Tüm Salmonellalar glukozu fermente ederek gaz oluşturur, birkaç tanesi hariç diğerleri laktoz ve sakkarozu parçalayamaz.

#### **3.5.2.2.1. Ön zenginleştirme**

25 gram gıda maddesi 225 ml. laktoz brot içine aseptik koşullarda tartılarak 37°C’de 24 saat inkübe edilir. Ön zenginleştirmede amaç, mikroorganizma sayısını arttırmaktır [41].

#### **3.5.2.2.1. Seçici besiyerinde zenginleştirme**

10 ml. Tetrathionat brot (TB Brot) besiyerine ön zenginleştirilmiş kültürden 1 ml. ilave edilir ve 37°C’de 18-24 saat inkübasyona bırakılır. Seçici zenginleştirmede amaç, Salmonella dışındaki bakterilerin gelişmesini engellemek dolayısıyla Salmonella gelişmesini teşvik etmektir. Bu amaçla Tetrathionat brot-Selenit Sistin Brot seçici sıvı besiyerleri olarak kullanılır.

Katı besiyerinde gelişmiş olan kolonilerden Salmonella olduğu tahmin edilen koloniler TSI Agara ekilip ve 37 C’de 24 saat inkübasyona bırakılıp, inkübasyon sonucunda siyah renkli koloni gözlenmesi durumuna göre Salmonella olup olmadığına karar verilmiştir.

## BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Kümes Atıklarının Fiziksel Karakterizasyonun Belirlenmesi

Tavuk gübresi ham hali veya kuru ağırlık olarak, yoğunluğu düşük, hafif bir malzemedir (hacim ağırlığı  $< 500 \text{ kg/m}^3$ ). Bu nedenle hem depolanması ve hem de üretim bölgesinden kullanılmak üzere uzak mesafelere taşınması maliyetli [5], pratik olarak kullanılması zordur. Taşıma esnasında uçucu partiküller biyo-güvenlik endişelerini de artırmaktadır. Tavuk dışkısında bulunabilecek patojenler tozla birlikte atmosfere saçılabilir. Tavuk gübresinin taşındığı mesafe boyunca infekte tozların dökülmesi tavuk kaynaklı hastalıkların yayılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca gübrenin bu şekilde katma değer eklemek için işlenmesi, taşınması ve depolanması oldukça zordur.

Atıkların üretim yerinden kullanım yerine kadar taşıma maliyetinin ekonomikliği kuru madde miktarları tarafından belirlenmektedir. Kümes atıkları için % 30 rutubete kadar ekonomik taşıma mesafesinin 40 km olduğu belirtilmektedir [5].

Porozitesi yüksek, hacim ağırlığı düşük materyallerin depolama, taşıma ve kullanıma uygunluğu için genellikle sıkıştırılarak hacim ağırlıklarının, özgül ağırlıklarına yaklaştırılması sağlanır. Tavuk gübresi, yoğunluğunu artırmak için çoğunlukla granül oluşturma ve pelletleme işlemine tabi tutulur. Yüksek basınç kullanılarak yapılan yoğunlaştırma işlemi hacmi azaltırken, tozlaşmayı da minimuma indirir, dolayısı ile mikroorganizma yayılımını azaltır [42], biyogüvenlik problemini minimize eder.

Mikrobiyal ve biyokimyasal bozunmaya dayanıklı kuruluğa (rutubet  $< \%10$ ) gelmiş olan atık gübre preslendikten sonra daha kabul edilebilir, kullanılması kolay organik gübre [43] veya biyoyakıt özelliği kazanır.

#### 4.1.1. Sıkıştırılmış tavuk gübresinin fiziksel karakteristiği

##### 4.1.1.1. Hacim ağırlığı

Yetiştirme ortamlarının hacim ağırlığı partiküller arasındaki boşluk alanlarını da kapsayacak şekilde ortamda bulunan katı materyalin kuru ağırlığı olarak tanımlanmaktadır [31].

Sıkıştırılmış blokların hacim ağırlığında pelletler için farklı değerlendirmeler elde edildi. Pamuk saplarının sıkıştırılmasına yönelik yapılmış çalışmalarda yaklaşık olarak 1 e yakın sonuçlar elde edilmeye çalışılırken, tavuk gübresinin pellet haline getirilmesinde hacim ağırlığımız daha yüksek ve ideale yakın çıkmıştır.

$$\rho_b = \frac{W}{L \times B \times T} \quad (4.1)$$

$\rho_b \approx 1,099$  olarak bulunmuştur.

##### 4.1.1.2. Sıkıştırma oranı

Sıkıştırma oranı

$$CR = \frac{\rho_b}{\rho_{raw}} \approx 1,894 \text{ bulunmuştur.} \quad (4.2)$$

$CR \approx 1,894$  bulunmuştur.

##### 4.1.1.3. Özgül ağırlık

Özgül ağırlık, organik madde içeriği ile bağlantılı bulunmuş madde içeriği azaldıkça başka bir deyişle ayrışma derecesi ilerledikçe özgül ağırlık değeri yükselmiştir [38].

Tablo 4.1. Broiler Tavuk Gübresi Organik Madde Miktarları

|                | Numune | Kroze Darası | Numune miktarı | Yanmış numune | (%) Organik Madde | (%) Kül miktarı |
|----------------|--------|--------------|----------------|---------------|-------------------|-----------------|
| Yumurta Tavuğu | 21     | 27,723       | 0,551          | 27,863        | 74,591            | 16,5            |

$$\ddot{O} A = \frac{100}{\frac{\%O.M}{1,45} + \frac{\%K.M}{2,65}} \quad (4.3)$$

Formülüne göre  $\approx 1,734$  bulunmuştur.

#### 4.1.2. Sıkıştırılmış tavuk gübresinin mikrobiyolojik karakteristiğı

Tavuk gübresi içerdğı kolay ayrışabilir organik maddelerin yapı, özellik ve miktarından dolayı mikrobiyal bozunmaya çok müsait bir maddedir (Tablo 4.2.). Bu nedenle kümes atıklarında çok farklı grup virüs, bakteri, fungus ve protozoa bulunmakta ve sayıları  $10^{10} \text{ g}^{-1}$ 'a kadar çıkabilmektedir [4]. Altlıkta metabolik faaliyet gösteren iki grup mikroorganizma tavukçuluk açısından önem taşımaktadır; azot mineralizasyonu yapanlar ve patojenler. Mikrobiyal faaliyet sonucu amonyak volatilizasyonu dominant olarak *Bacillus* spp. ve *Arthrobacter* spp. [44]. grupları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bazı durumlarda amonyak volatilizasyonu ile azot kaybı % 50'ye kadar çıkabilmektedir.

Kümes atıklarında, içinde yaşayan kanatlıların sağlık durumlarının da göstergesi olan *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium perfringens* [45, 46] gibi patojenler bulunabilmektedir. Kümes içinde kontaminasyon çoğunlukla altlık yolu ile olmaktadır. Ham tavuk gübresinde yaptığımız deneylerde fekal koliform miktarı  $10^5$  bulunurken, pelletleştirilmiş tavuk gübresi içerisinde fecal koliforma rastlanmamıştır. Bununla birlikte ham tavuk gübresinde *Salmonella* miktarı pozitif çıkarken, pellet haline getirilen tavuk gübresinde *Salmonella*'ya rastlanmamıştır.

Ayrıştırıcı mikroorganizmalar ile patojenler metabolik faaliyetlerini ve üremelerini en iyi rutubetli koşullarda gerçekleştirmektedir. Bu nedenle, azotlu bileşiklerin mineralizasyonu sonucu amonyak oluşumu ile altlıktan patojen kontaminasyonu, kümes içinde rutubet yönetimi ile yakından ilişkili bulunmaktadır. Her iki durum da, tavukların sağlıklarını olumsuz etkilemekte, canlı ağırlık kaybı ve hatta tavuk ölümlerine neden olmaktadır. Diğer yandan kümes içindeki yüksek rutubet, altlık kalitesini de olumsuz etkilemekte gerek yüksek kalitede organik gübre ve gerekse

enerji değeri yüksek biyo-kütle yakıtı üretim potansiyelini düşürmektedir. Kümes içinde altlık rutubetinin % 30'un üzerine çıkmasını önlemeye yönelik yapılan her türlü ısıtma ve havalandırma uygulamaları, kümes atıklarının yönetimini de kolaylaştırmaktadır.

#### **4.1.3. Sıkıştırılmış tavuk gübresinin kimyasal karakteristiği**

Kümes atıklarının bileşimi ve miktarı; tavukların yetiştirilme şekli, kullanılan yem ve altlığın özelliği, miktarı ve yönetimi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir [3]. Tavukçuluk sektörü yumurta üretimi ve et üretimi olarak ikiye ayrılmaktadır. Yumurta üretim kümeslerinde tavuklar kafes sisteminde tutulmakta ve altlık malzemesi kullanılmamaktadır. Bu nedenle yumurta üretim kümeslerinden çıkan dışkı altlık içermediğinden saftır. Broiler üretimi için tavuk yetiştiren kümese öncelikle saman, talaş, çeltik kavuzu gibi altlık maddelerden serilir. Bu kümeslerden çıkan dışkı altlık malzemesiyle karışık haldedir. Kümes atıklarının bitki besin elementi ve çevre kirliliği yönünden iki temel elementi azot ve fosfordur. Bitki beslemede yetersizliklerinin önüne geçilmesi ve çevre kirliliği açısından yüksek dozlarının su kirliliğine sebebiyet vermemesi için organik gübre uygulamalarının da takip edilmeleri gerekir.

Tavuk gübresi, bitkisel verimi artırmak için kullanılan en eski gübre kaynaklarından biridir. Organik gübrelerin bitkisel üretimde en önemli fonksiyonları organik bileşiklerin toprağı ıslah etmesi ve dengeli-yavaş salınımlı gübre etkisiyle bitki büyümesini desteklemesidir. Tavuk gübresinin içerisinde bulundurduğu minerallerin en önemlisi ve değerlisi azottur (Tablo 4.2.). Türkiye'de yılda tarımsal amaçlı 14.343.698 ton azotlu gübre kullanılmaktadır [47]. Kümes atıklarının etkin yönetildiği ve değerlendirildiği durumda, bu miktarın dörtte biri tek başına kümes atıklarından karşılanabilir.

Tablo 4.2. Tavuk gübresinin kimyasal özellikleri ve gübre değeri

| Parametre                                   | Değer | Literatür aralık (10) |
|---------------------------------------------|-------|-----------------------|
| Ph                                          | 8,45  | 6,3-8,4               |
| İletkenlik (mmhos/cm)                       | 3,76  | 6,3-12,6              |
| Rutubet (%)                                 | 23,21 | 19,5-30,6             |
| Organik madde (%)                           | 86,79 | 91,01-45,46           |
| Kül (%)                                     | 8,40  | 8,90-54,40            |
| Toplam azot (%)                             | 3,13  | 2,60-5,30             |
| Selüloz (%)                                 | 22,65 | 10,7-28,00            |
| Hemiselüloz (%)                             | 29,49 | 16,40-30,00           |
| Lignin (%)                                  | 5,23  | 3,50-7,20             |
| Sindirilebilir Kuru Madde (DMD) (%)         | 54,70 |                       |
| Sindirilebilir Organik Kuru Madde (OMD) (%) | 53,14 |                       |

Sentetik gübrelerden sağlanan azotun toprakta kalış süresi hem kurak koşullarda hem de rutubetli koşullarda çok kısadır. Tavuk gübresi, diğer organik gübreler gibi yavaş salımlı olduğu için azotu toprakta daha uzun süre tutar. Yavaş mineralizasyon ile açığa çıkan azotun devamlı kök bölgesinde bulunması ile bitkinin azotsuz kalması engellenerek gelişmesini kesintisiz sürdürmesi sağlanır. Bu özellik, özellikle soğuk ve rutubetli koşullarda yetiştirilen kış sebzeleri ile çim alanlarında daha önemli ve gereklidir.

Tarlaya atılacak gübre miktarını belirleyen iki temel faktör; bitki ihtiyacı ve gübrenin etkin element miktarıdır. Mineral dozu yüksek olan gübreler birim alana daha az, bitki ihtiyacı yüksek olanlar daha fazla verilir. Tavuk gübresinde de birim alana atılacak gübre miktarını belirleyen faktörler aynıdır. Tavuk gübresi dekara tonlarca verilemez, tarlaya heterojen dağıtılamaz, aksi taktirde sıklıkla şikayet konusu olan bitki yanmaları problemi ortaya çıkar. Tavuk gübresinin besin değeri yüksek olmasından (Tablo 4.2.). dolayı, aşırı dozda verildiğinde içeriğinde kolay ayrışabilir maddelerin olması sonucunda hızlı oksijen tüketmesi ve amonyak toksisitesi nedeniyle bitkilere aynı diğer suni gübrelerin yüksek dozu gibi fitotoksik etki yapabilmektedir. İşlenmiş, pellet veya granül haline getirilmiş organik tavuk gübresi, toprağa bitki ihtiyacına göre verilebileceği gibi diğer gübrelerle birlikte,

sulandırılarak da uygulanabilir. Belirleyici doz bitki ihtiyacı ile toprağa homojen karışımın sağlanabileceği miktardır.

#### 4.1.4. Kümes atıklarının enerji değeri

Yüksek rutubet içeriğinde, düşük kalorifik değere sahip olan tavuk dışkısı yakılabilir kuruluğa getirildiğinde kalorifik değeri yükselmekte, enerji değeri yüksek orman endüstrisi atıkları, tarımsal artıklar, kömür tozu, kentsel katı atıklarla karışım haline getirildiğinde enerji değeri daha da yükseltilebilmektedir. Tavuk kümeslerinde ısıtma amaçlı, yanma özellikleri iyileştirilmiş, kalorifik değeri yüksek, maliyeti düşük biyokütle yakıtlarına ihtiyaç büyüktür. Kümes atıkları üretildikleri kümeşte yakıt olarak kullanılabildiğinde problem olmaktan çıkıp, katma değer eklenmiş aranın ürün haline gelecektir.

Literatürde 3000-4000 kcal/kg olarak verilen kümes atıklarının kalorifik değeri, kömürün kalorifik değerinin yaklaşık yarısıdır [1,6]. Benzer şekilde bu çalışma kapsamında incelenen kümes atıklarında enerji değeri 3500-3800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Düşük kalorifik değerine rağmen kümes atıkları, dünyanın değişik bölgelerinde yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Diğer biyokütle enerji kaynakları ile beraber kalorifik değer ve yanma özellikleri iyileştirilerek elektrik enerjisi üretimi yapan güç santralleri ve ısınma amaçlı kullanım alanları geliştirilmektedir. Orman endüstrisi atıkları ve torf gibi maddelerle belli oranlarda karışım yapılarak kurulmuş güç santralleri bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak kümes atıklarının yakılması ile ortaya çıkan CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonları, fosil kaynaklı birincil enerji kaynaklarından her zaman daha düşük bulunmaktadır [1]. Kümes atıklarının saf halde yakılması veya orman endüstrisi yan ürünleri ile yakılması en yüksek çıkması beklenen NO<sub>x</sub> emisyonlarında dahi Avrupa Birliği standartlarını sağlayabilmektedir.

Kümes atıklarının verimli yakılabilmesi ve enerji üretiminin maksimize edilebilmesi için rutubet oranının düşürülmesi ve % 25'in üzerine çıkmaması gerektiği, tek başına yakılabilmesi için ise rutubetin % 9'un altında olması gerektiği belirtilmektedir [1].

Tavuk gübresinin rutubet oranı ile kalorifik değeri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır ( $\text{kJ/kg} = 14636.5 - 136.6w (\%)$ ) [6]. Kafes içinde yetiştirilen yumurta tavuklarının gübresinin ise rutubet oranının yüksek olmasında dolayı yakılarak enerji elde edilmesine tek başına elverişli olmadığı, ancak ek yakıtlar ile yakılabileceği belirtilmektedir [12].

Broyler ve yumurta tavuklarının atıkları kmesten yüksek rutubet oranı ile (sırasıyla % 30, % 75) ıkmaktadır. Yüksek rutubet yanmayı ve enerji verimini düşürdüğü gibi, atık ıslak bekletildiği sürece mikrobiyal faaliyeti hızlandırarak, yakıldığında enerji elde edilecek maddelerin de ayrışmasına neden olmaktadır. Uçucu organik maddenin ayrışması kül oranının artmasına, bu da alev sıcaklığını düşürerek ısıtma değerinin azalmasına neden olmaktadır [49].

## BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kanatlı endüstrisi kısa zamanda bol üretim yapabilmek için tavukları besin değeri yüksek yemlerle beslemektedir. Tamamı sindirilemeyen zengin besleyici madde dışkıya çıktığında ise mikrobiyal faaliyet ile ayrışmaya geçmektedir. Ayrışma ürünleri hem çevre kirliliğine sebep olmakta ve hem de atığın katma değer eklenmiş ürünlere dönüştürülmesinde kaliteli mamul ürün elde edilmesine engel oluşturmaktadır. Kümes atıklarının çevre kirliliği problemlerine kaynak oluşturmaması, organik gübre veya biyo-yakıt gibi kullanılabilir katma değer eklenmiş ürünlere işlenebilmesi için altlığın rutubet içeriğinin mikrobiyal bozunmaya dayanıklı hale getirilmesine yönelik her türlü tedbirin alınması ve hızla kurutulması büyük önem taşımaktadır. Kurutulmuş ürünün kullanım veya bertaraf alternatifleri çok daha fazla olmaktadır.

Ham tavuk gübresinde fekal koliform miktarı  $10^5$  bulunurken, pelletleştirilmiş tavuk gübresi içerisinde fekal koliforma rastlanmamıştır. Yine, ham tavuk gübresinde Salmonella miktarı pozitif çıkarken, pellet haline getirilen tavuk gübresinde Salmonella'ya rastlanmamıştır.

Tavuk gübresi minerallerin en önemlisi ve değerlisi azottur. Türkiye'de yılda tarımsal amaçlı 14.343.698 ton azotlu gübre kullanılmaktadır. Kümes atıklarının etkin yönetildiği ve değerlendirildiği durumda, bu miktarın dörtte biri tek başına kümes atıklarından karşılanabilir.

Tavuk kümeslerinde ısıtma amaçlı, yanma özellikleri iyileştirilmiş, kalorifik değeri yüksek, maliyeti düşük biyo-kütle yakıtlarına ihtiyaç büyüktür. Kümes atıkları üretildikleri kümeste yakıt olarak kullanılabilirdiğinde problem olmaktan çıkıp, katma değer eklenmiş aranır ürün haline gelecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] Baydan E.,Yıldız, G., 2000. Tavuk dışkılarından kaynaklanan sorunlar ve başlıca çözüm yolları. Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi. 98-105.
- [2] Eleroğlu, H., Yıldız, S., Yıldırım, A., 2013. Tavuk dışkısının sorun olmaktan çıkarılmasında uygulanan yöntemler. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi. 2, 14-24.
- [3] Roeper, H. Khan, S. Koerner I. Stegmann, R., 2005. Low-Tech options for chicken manure treatment and application possibilities in agriculture. Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia 2005.
- [4] TÜİK, 2012.[www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), Erişim Tarihi:12.03.2013.
- [5] Bolan, N.S., Szogi, A. A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., Rothrock, M.J., Panneerselvam, P., 2010 Uses and management of poultry litter. World's Poultry Science Journal. 66, 673-698.
- [6] Singh, K., Risse, L.M., Das, K.C., Worley, J., Thompson, S., 2010. Effect of fractionation and pyrolysis on fuel properties of poultry litter. Journal of the Air and Waste Management Association. 60, 875-883.
- [7] <http://www.tarim.gov.tr>, Erişim Tarihi:15.04.2013.
- [8] İnal A., Sözüdoğru S., Erden D., 1996. Tavuk Gübresinin içeriği ve Gübre Değeri. Tarım Bilimleri Dergisi 2 (3) 45-50.
- [9] Alarслан, Ö.F., 1994. Kuru Tavuk Gübresinin Hayvan Beslemede Kullanılması. Yem Magazin, Yem Sanayicileri Birliği Aylık Dergisi, Kasım 1994, Ankara.
- [10] Zabunoğlu, S. ve İ . Karaçal, 1992. Gübreler ve Gübreleme. A.Ü.Z.F. Yay. No: 1279, Ders Kitabı : 365, 3. Baskı.
- [11] <http://www.hayvanbilgisi.com>., Erişim Tarihi: 05.03.2013.
- [12] Koç, T. Bandırma İlçesinde Tavukçuluğun Çevresel Etkisi, Ekoloji Dergisi, 11(43), (2002)11-16.

- [13] Karaman, S., Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları, KSU. Journal of Science and Engineering 9(2), 133-139 2006.
- [14] Yetilmezsoy, K., Tavuk Çiftliklerinden Kaynaklanan Atıkların Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi, İWES-2010, 2. Atık Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi, 132-136 2010.
- [15] Şahin, S., Altunal, N., Etlik Piliç Dışkılarının Gübre Olarak Değerlendirilmesi ve Önemi, Veteriner Tavukçuluk Derneği Dergisi, 6(3), 6-7 2008.
- [16] A.A.F.C., A Review of Poultry Manure Management: Directions for the Future, Agriculture and Agri-Food Canada Poultry Section August 17 1990.
- [17] Şakar, S., Çevre Mikrobiyolojisi II, Ders Notları, İstanbul 2009.
- [18] Ardıç, İ., Taner, F., "Biyokütleden Biyogaz Üretimi, I: Anaerobik Arıtımın Temelleri," Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, YEKSEM, Elektrik Mühendisleri Odası Mersin Şubesi, 19-21 Ekim, Mersin, 242-245 2005.
- [19] Speece, R.E., Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters. Nashville, TN: Archae Press., 1996.
- [20] Flotats, X., "La digestio anaeròbia com alternativa de tractament o com procés previ al procés de compostatge", 4a Jornada Tècnica sobre la gestió de Residus Municipals: Residus orgànics municipals i compostatge, Barcelona 2000.
- [21] C.A.M.M.G., Canada Animal Manure Management Guide. Agriculture Canada, Ottawa 1-37 1979
- [22] Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, 20814 sayı 14.03.1991.
- [23] Erdin, E., Katı Artık Ürünü Kompost İle Koku Giderilmesi, Kimyagerler Derneği . İzmir Şubesi Konferansı, Alsancak 1980.
- [24] Alyanak, İ., Filibeli, A., Tavuk Çiftliği Atıklarının Çevre Etkilerinin Önlenmesi ve Yararlı Hale Getirilmesi Alternatifleri, Uluslararası Çevre'87 Sempozyumu, Bildiriler, İstanbul 79-93 1987.
- [25] Kroodsmma, I.W., Treatment of livestock manure: Air drying and composting poultry manure. In: Odour prevention and Control of Organic Sludge and Livestock Farming, The Netherlands 166-174 1986.

- [26] Demirulus, H. ve Aydın, A., Tavukçuluk Artık Ve Atık Maddelerinin İşlenerek Çevre Kirliliğinin Azaltılması, Ekoloji Dergisi 19 22-26 1996.
- [27] Aydeniz, A. ve A.R. Brohi, Gübreler ve Gübreleme. C. Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 10, Ders Kitabı: 3, Tokat 1991.
- [28] Doğan, D., Domates ve Hıyar Fidesi Üretiminde Yetiştirme Ortamlarına Katılan Tavuk Gübresinin Fide Gelişimi Ve Kalitesine Etkileri, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 79 2003.
- [29] Benito M., Masaguer A., Molner A., De Antonior., Chemical and Physical Properties of Prunig Wsate Compost and Their Seasonal Variability, Bioresource Technology, 97, pp. 2071-2076, 2006.
- [30] Abad M., Noguera P., Puchades R., Maquieira A., Noguera V., Physico-Chemical and Chemical Properties of Some Coconut Coir Dusts for Use as a Peat Substitute for Containerised Ornamental Plants, Bioresource Technology, 82, pp. 241-245, 2003.
- [31] Abad, M., Noguera, P., Bures, S., Natinoal inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain, Bioresource Technology, 77, pp. 197200, 2001.
- [32] Standart Of European, Potting Mixes, UneEn 13650.
- [33] Bremmer J. M., Mulvaney, C. S., NitrogenTotal. In:Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Eds A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney, Am. Soc. Argon. Madison Wis. 595624, 1982.
- [34] Craft, C. B., Seneca, E. D., Broome, S. W., Loss on Ignition and Kjeldahl Digestion for Estimating Organic Carbon and Total Nitrogen in Estuarine Marsh Soils: Calibration with Dry Combustion', Estuaries, 14, No. 2, p. 75-179, 1991.
- [35] Ryan, J., Estefan, G., Rashid, A., Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. Second Edition. Jointly published by the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas ICARDA and the National Agricultural Research Center NARC. Available from ICARDA, Aleppo, Syria. 172, 2001.
- [36] Schulte, E. E., Chapter 8, 'Recommended Soil Organic Matter Tests', University of Delaware Cooperative Extension, College of Agriculture & Natural Resources.
- [37] Murphy, J., Riley, J. P., Amodied single solution method for determination of phosphate in natural waters, Anal.Chem.Acta 27, pp. 3136, 1962.
- [38] Martinez, F.X., Proposal of methodology for the determination of the

- physical properties of the substrata, Minutes of Gardening, 11, pp. 5566,1992.
- [39] Bhagirath C ;Gaurav L Technological developments and cotton production in India and China,Current Science,80,925-932 2001.
- [40] Anon. 1998. Merck Gıda Mikrobiyolojisi 98. Koliform grup, fekal koliformlar ve E.coli. Orkim. Ltd Şti, Ankara.Batt, C.A.. Escherichia coli. In Encyclopedia of Food Microbiology. 633-640. (RK Robinson, CA Batt, PD Patel eds). Academic Press, NY 2000.
- [41] Araujo, V. S., Pagliares, V. A., Queiroz, M. L. P., Freitas-Almeida, A. C., Occurrence of Staphylococcus and enteropathogens in soft cheese commercialized in the city of Rio de Janeiro, Brazil, Journal of Applied Microbiology, 92, 1172-1177 2002.
- [42] Araujo, V. S., Pagliares, V. A., Queiroz, M. L. P., Freitas-Almeida, A. C., Occurrence of Staphylococcus and enteropathogens in soft cheese commercialized in the city of Rio de Janeiro, Brazil, Journal of Applied Microbiology, 92, 1172-1177 2002.
- [43] Line, J. E., Bailey, J. S., Effect of onfarm acidification treatments on Campylobacter and Salmonella populations in commercial broiler houses in northeast Georgia.Poultry Science.85,1529-1534 2006.
- [44] Ritz, C.W., Fairchild, B.D. Lacy, M.P., Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review. Journal of Applied Poultry Research. 13, 684-692 2004.
- [45] FAO [www.fao.org](http://www.fao.org) , Erişim Tarihi:10.05.2013.
- [46] Lopez-Mosquera, M.E, Cabaleiro F, Sainz, M.J., Lopez-Fabal, A., Carral, E., Fertilizing value of broiler litter: Effects of drying and pelletizing. Bioresource Technology. 99, 5626-5633 2008.
- [47] McMullen, J., Fasina, O.O., Wood, C.W., Feng, Y., Storage and handling characteristics of pellets from poultry litter. Applied Engineering in Agriculture 21, 645-651 2005.
- [48] Rothrock, M.J., Cook, K.L., Lovanh, N., Warren, J.G. Sistani, K., Development of a quantitative real-time PCR assay to target a novel group of ammonia producing bacteria found in poultry litter. Poultry Science. 87, 1058-1067 2008.

## ÖZGEÇMİŞ

Betül CEBECİ, 02.08.1986 da Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bursa'da tamamladı. 2000 yılında Bursa Anadolu Kız Lisesinden mezun oldu. 2007 yılında Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümüne girdi ve 2011 yılında mezun oldu. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.