

Yeni Bir Teknoloji ile Kurutulan Tavuk Dışkısının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Yapısının Belirlenmesi

Hasan ELEROĞLU¹

Arda YILDIRIM²

ÖZET: Tavukçuluk işletmelerinde çevre sorunlarına neden olan atıklar, aynı zamanda önemli bir ekonomik potansiyeldir. Tavukçuluk atıklarının işlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Sistemin seçiminde iklim, hayvan türü, kapasite, ekonomik koşullar ve yeniden kullanım amacı etkili olmaktadır. Tavukçuluk atıklarının işlenmesinde aerobik ve anaerobik işlemler, kompostlama, yakma gibi yöntemlerin yanı sıra son yıllarda farklı kurutma teknikleri de kullanılmaktadır. Bu çalışmada, yeni bir sistemle kurutulan tavuk dışkısının mikrobiyolojik, kimyasal değerleri üzerinde durulmuştur. Kurutma öncesi kullanılan tavuk dışkısının Fekal Koliform (FK) ve Toplam Koliform (TK) sayıları sırasıyla 1.3×10^6 kob/g ve 2.8×10^6 kob/g olarak belirlenmiş olup, kurutma sonrası aynı değerler <10 kob/g ve 30 kob/g olarak bulunmuştur. Kurutma öncesi Organik azot (OA); Toplam Azot (TA); Toplam Fosforpentaoksit (TF, P_2O_5); Suda Çözünür Potasyum Oksit (SPO, K_2O); Nem ve Uçucu madde (NUM) ve pH değerleri sırasıyla %1.6, %1.8, %2.7, %1.7, %65.6 ve 8.5 olarak analiz edilmiş olup, kurutma sonrası aynı değerler sırasıyla %3.2, %5.4, %4.1, %4.8, %11.2 ve 7.1 olarak gerçekleşmiştir. Yapılan ikinci bir çalışmada kurutma sonrası peletlenmiş tavuk dışkısının kimyasal yapısı üzerinde durulmuş olup, NUM; TA; Toplam Organik Karbon (TOK); pH ve Kalorifik Değer (KD) değerleri sırasıyla %24.9, %1.6, %37.1, 7.2 ve 14.896 kJ/kg olarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler doğrultusunda ekonomik olduğu sürece geliştirilen yeni kurutma sisteminin, tavuk dışkısının çevreye zarar vermeden uzun süre depolanması veya biyogaz üretim, kompostlama ve diğer işleme metotları sonrasında elde edilen ürünün nem ve içerdiği mikroorganizma yapısının istenilen düzeye getirilmesinde kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tavuk dışkısı, kurutma, mikrobiyolojik özellikler, kimyasal kompozisyon, peletleme

Determination of Microbiological and Chemical Composition of Chicken Manure Dried with a New Technology

ABSTRACT: Poultry waste causing environmental problems in business is also an important economic potential. Different methods are used in the processing of poultry waste. There are some factors, such as climate, animal type, capacity, economic conditions and the purposes of re-use, in the selection of the system. In recent years, different drying methods are used in the processing of poultry waste as well as aerobic and anaerobic processing, composting and burning. In this study, the microbiological and chemical values of chicken manure are emphasized with new drying system. Before drying, the fecal coliform (FK) and total coliform (TK) counts of the chicken manure were determined as 1.3×10^6 and 2.8×10^6 cfu/g, respectively. After drying process, the same parameters were found as <10 and 30cfu/g respectively. Before drying, organic nitrogen (OA), total nitrogen (TA), total phosphorus pentoxide (TF, P_2O_5), potassium oxide soluble in water (SPO, K_2O), moisture and volatile matter (NUM) and pH values were 1.6%, 1.8%, 2.7%, 1.7%, 65.6%, and 8.5, respectively; after drying, the same parameters were found as 3.2%, 5.4%, 4.1%, 4.8%, 11.2% and 7.1%, respectively. In the second experiment, chemical composition of pelleted poultry manure produced after drying were found as 24.9%, 1.6%, 37.1%, 14.896 kJ/kg and 7.2% for moisture and volatile matter, total nitrogen, total organic carbon (TOK), calorific value (KD) and pH values, respectively. According to these results it is concluded that this new drying method can be used for long-term storage of poultry manure without damage to the environment or biogas production, composting and getting the moisture and microorganism count of the product to the acceptable level.

Keywords: Poultry manure, drying, microbiological structure, chemical structure, pelleting

GİRİŞ

Kanatlı hayvanlardan canlı ağırlığının %3–4'ü kadar günlük dışkı elde edilmektedir. Ortalama olarak bir tavuk 22 kg/yıl dışkı üretmektedir (31). Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde, atıkların genellikle ağır metal içermeleri, organik kirletici olmaları, çevre güvenliği bakımından dikkat çekmektedir (61). Tavuk çiftliklerinin bulunduğu yörede ve çevresinde insan ve çevre sağlığının risk altında olduğu görülmekte; yer altı suyu kirliliği, koku oluşumu ve görüntü kirliliği gibi başlıca çevre sorunları oluşmaktadır (32).

Katı atıklar, araziye gömme, düzenli depolama, yakma, kompostlaştırma gibi tekniklerle bertaraf edilmekte, yakma

hariç diğer uzaklaştırma yöntemlerinin belli bir döneminde mikroorganizma faaliyeti söz konusu olmaktadır (58). Ancak bu atıkların doğrudan ekim alanlarına, meralara, açık alanlara ve akarsulara atılması, ürün çeşitliliğini ve kalitesini düşürmekte ve toprağın biyolojik yapısını bozmaktadır (60).

Hayvancılık işletmelerinde çevre sorunlarına neden olan atıklar, aynı zamanda önemli bir ekonomik potansiyeldir. Hayvansal kaynaklı atıkların çoğunun gübre ve yem üretimi gibi alanlarda kullanımı olasıdır. Bu nedenle hayvancılığa bağlı atıkların değerlendirilmesi yoluna gidilmesi ile çevre baskısı azaltıldığı gibi atıl

¹Cumhuriyet Üniversitesi, Şarkışla Aşık Veysel Meslek Yüksekokulu, Sivas

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Tokat

³Niğde Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde

durumda bulunan ekonomik kaynak değerlendirilmiş olacaktır (45). Son yıllarda hayvan atıklarının çevreye vermiş olduğu zararı önlemek ve organik gübre olarak tekrar kullanımını sağlamak amacıyla tavukçuluk atıklarına havalandırma, biyogaz üretimi, kompost ve kurutma gibi işlemler yapılmaktadır (31, 32, 37, 45). Hayvan atıkları için çevresel açıdan kabul edilebilir bertaraf yöntemleri içerisinde enerji dönüşüm sistemi dikkate alındığında bu atıklardan enerji ve ayrıca yan ürün şeklinde besin değeri olan gübre elde edilmesi de mümkün olmaktadır (31, 44).

Tavukçuluk katı atıklarının yapısı, işlenmesinde seçilecek yöntem üzerine etkili olmaktadır. Tavukçuluk katı atıkları değişen miktarlarda su, bitki besleme açısından önemli azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, manganez, bakır, çinko, klor, bor, demir ve molibden gibi mineral besin maddeleri ve organik madde içermektedir (6, 22, 30). Çizelge 1'de farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen tavuk dışkısının yapısına ilişkin veriler bulunmaktadır (7).

Özellikle kafes sistemi ile yapılan yumurta üretiminde biriken dışkının ortadan kaldırılması için yoğun çalışmalar yapılmakta ve çeşitli kurutma yöntemleri geliştirilmektedir. Doğal yolla yapılan kurutma işleminde besin kaybı, bakım işçiliği, patojen taşıma riski, kuruma süresinin uzunluğu gibi nedenlerle avantajlı gözükmemektedir (26, 33, 48). Mekanik kurutma sistemlerinin hava nemine bağımlı olmaması, istenilen düzeyde kurutmanın kısa zamanda yapılması, steril olması, besin kaybının düşük olması, iş gücü gereksiniminin az olması gibi avantajlarının yanı sıra enerji gereksinimi kullanılan yöntemlere göre değişmektedir (4, 26).

Hayvan dışkısının gübre olarak kullanımı yüzyıllardır devam etmekte olup tavuk dışkısı içerdiği yüksek azot miktarı nedeniyle daha çok tercih edilmektedir (57). Ayrıca, hayvan dışkıları bitkilerin gereksinim duyduğu besin maddelerinin dışında toprağa organik madde katkısıyla da dikkat çekmektedir (29). Nitekim tavuk dışkısı, içerdiği yüksek azot, fosfor ve potasyum miktarı nedeniyle diğer hayvansal gübrelerin kullanımından daha önemli hale gelmiştir. Diğer taraftan dünya genelinde birçok çevre kuruluşları sürdürülebilir tarım için organik gübre uygulamasını önermektedirler.

Kurutulmuş tavuk dışkısının besinsel değerinin diğer hayvanlardan elde edilenlere kıyasla yüksek olmasından dolayı gübre olarak kullanılmasının yanı sıra hayvansal yem katkı maddesi olarak da kullanımı söz konusu olmaktadır (23). Son 35 yıldır kurutulmuş tavuk dışkısının hayvan yemi olarak kullanılması çevreci bir çözüm olmasının yanı sıra yem maliyetini düşürmesi bakımından

da önem arz etmektedir (27, 51).

Geviş getiren hayvanların rasyonlarına yem maddesi olarak katılacak tavuk dışkısı yüksek ısıdan geçirilerek kurutulup öğütülmekte, elde edilen un veya peletlenmiş tavuk dışkısı yem olarak iyi bir enerji kaynağı olmasa da protein kalsiyum ve fosfor bakımından dolgu maddesi olarak değerlendirilmektedir (27, 36, 47, 54, 59).

Taze tavuk dışkısının su içeriği %70–80, kuru madde miktarı %20–30 kadardır. Kurutulmuş tavuk artığında toplam azot miktarı %3–6 arasındadır. Bu ise %18–36 proteine eşdeğerdir. Kuru tavuk dışkısının ham protein içeriği üretim biçimine, saklandığı yer ve süresine bağlı olarak değişmektedir (5). Kurutulmuş tavuk dışkısının ham protein değerinin (%22.74) kuru yonca otunun ham protein değerinden (%16.24) yüksek olduğu bildirilmiştir (59).

Bu çalışmada, tavuk dışkısının kurutulmasında yeni bir teknoloji kullanılmıştır. Araştırmada, kurutma öncesi, kurutma sonrası ve peletlenmiş tavuk dışkısının mikrobiyolojik ve kimyasal değişimleri takip edilmiş olup, elde edilen ürünün gübre veya yem maddesi olarak kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur.

MATERYAL ve METOT

İzmir yöresinde bulunan yumurta tavuğu kümeslerinden sağlanan 1 ton taze tavuk dışkısı araştırma materyali olarak kullanılmıştır.

Tavuk dışkısının kurutulmasında, özel bir firma tarafından İzmir ARGE tesislerinde değişik ürünleri kurutmak ve peletlemek üzere geliştirilen AV-2 ekipmanından yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan akış şeması Şekil 1'de verilmiştir. Sistemi oluşturan donanımlar ve sistemin genel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Taze olarak alınan tavuk dışkısı elevatör ile dışarıdan hiçbir ısı kaynağı kullanmayan kurutma mikserine alınmıştır. Mikserde parçalanma, öğütme işlemlerinin yanı sıra hammadde içerisinde bulunan su da buharlaştırılmaktadır. Yüksek devir ve sürtünme ısı ile çalışan kurutma sisteminde istenilen nem düzeyine kadar kurutulduktan sonra, un haline gelen taşıyıcı elevatörlerle sırasıyla soğutma, peletleme ve torbalama sistemlerine taşınmıştır.

Üretim her aşamasında örnek alınarak, Düzen Norvest A.Ş., Ankara laboratuvarlarında mikrobiyolojik ve kimyasal analizleri yaptırılmıştır. Taze ve kurutulmuş tavuk dışkısı, peletlenmiş ürünlerin analizlerde kullanılan metot ve referanslar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı yetiştirme sistemlerindeki tavuk dışkısının kimyasal bileşimleri

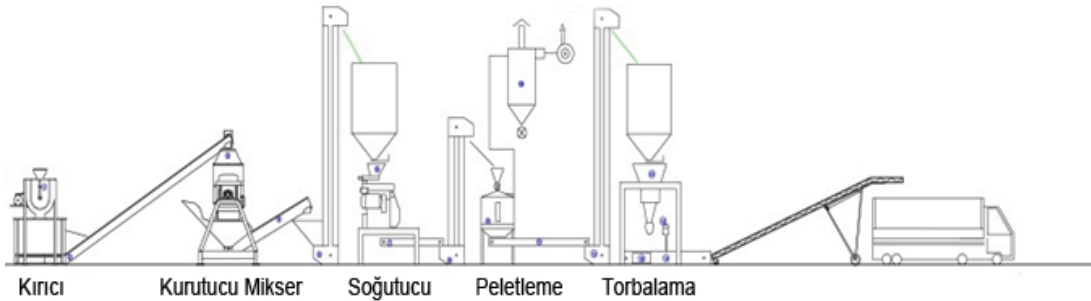
| Maddeler | Derin altlıklı Sistem | | Etlik Piliç | | Kafes Tavukçuluğu | |
|--|-----------------------|-----------|-------------|-----------|-------------------|-----------|
| C/N Oranı | 9.50 | – 11.50 | 9.40 | – 11.20 | 5.80 | – 7.60 |
| Toplam N (%) | 1.70 | – 2.20 | 2.40 | – 3.60 | 3.63 | – 5.30 |
| Toplam P ₂ O ₅ (%) | 1.41 | – 1.81 | 1.56 | – 2.80 | 1.54 | – 2.90 |
| Toplam K ₂ O (%) | 0.93 | – 1.30 | 1.40 | – 2.31 | 2.50 | – 2.90 |
| Fe (mg/kg) | 930.00 | – 1380.00 | 970.00 | – 1370.00 | 970.00 | – 1450.00 |
| Zn (mg/kg) | 90.00 | – 308.00 | 160.00 | – 315.00 | 290.00 | – 460.00 |
| Cu (mg/kg) | 24.00 | – 42.00 | 27.00 | – 47.00 | 80.00 | – 172.00 |
| Mn (mg/kg) | 210.00 | – 380.00 | 190.00 | – 350.00 | 370.00 | – 590.00 |
| Ca (%) | 0.90 | – 1.10 | 0.86 | – 1.11 | 0.80 | – 1.02 |
| Mg (%) | 0.45 | – 0.68 | 0.42 | – 0.65 | 0.40 | – 0.56 |

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan yöntemin donanım ve teknik özellikleri

| Kullanılan Donanımlar | Teknik Özellikler |
|--------------------------------|--|
| Kırıcı-parçalayıcı ünitesi | Atık işleme kapasitesi : 1-2 ton/saat |
| Hazne ve yükleme helezonu | Ürün (çıktı) kapasitesi : Atık türüne ve nemine bağlıdır |
| Kurutucu mixer ünitesi | Enerji harcaması : 250 kW/saat (tüm sistem) |
| Soğutucu ünitesi | Kurulum alanı : 350 m ² |
| Z Elevatör ve bant taşıyıcılar | En x boy x yükseklik : 10 x 35 x 6.5 m |
| Torbalama ünitesi | |
| Elektrik panosu | |

Çizelge 3. Mikrobiyolojik ve kimyasal analiz metot ve referanslar

| Parametre | Metot | Referanslar |
|--|--|-------------|
| Nem ve uçucu madde | Gübreler-Kompoze gübre (105°C) | (8) |
| Amonyak Azotu | Metot 2.1. Amonyak Azotu Tayini | (11) |
| Toplam Azot | Metot 2.3. Toplam Azot Tayini | (12) |
| Organik Azot | Organik Bağlı Azot | (53) |
| Toplam Organik Karbon | Walkley Black Method | (9) |
| C/N | Toplam Organik Karbon/Toplam Azot | |
| Metaller | Mikrodalga yakma işleminden sonra ICP | (17) |
| pH | Metot 7-4, pH Değerinin tayini | (13) |
| Kalorifik Değer | Bomba Kalorimetre Metodu | (18) |
| Civa | Mikrodalga yakma işleminden sonra AAS-Soğuk Buhar | (17) |
| Toplam Organik Madde | Metot No: 967.05 (70°C Nem, 550°C Kuru Yakma) | (19) |
| Toplam Fosfor (P ₂ O ₅) | Metot 3.1.1. Fosfor Tayini | (14) |
| Suda Çözünür (K ₂ O) | Metot 4.1 Suda Çözünür Potasyum Tayini | (15) |
| Hüyük Asit + Fulvik Asit | Kahverengi Kömürler ve Linyitler – Hüyük Asit Tayini | (16) |
| Fekal Koliform | Solid medium method | (39) |
| Toplam Koliform | Solid medium method | (39) |
| <i>Salmonella spp.</i> | Salmonella in Sewage Sludge (Biosolids) by Modified Semisolid Rappaport-Vassiliadis (MSRV)Medium | (35) |
| İletkenlik | Toplam Tuz Tayini (İletkenlik Metodu) | (10) |

**Şekil 1. Kurutma işleminde kullanılan donanımın (AV-2) şematik sırası****BULGULAR ve TARTIŞMA**

Yüksek devirde, ek ısı kaynağı kullanmaksızın, sürtünme ısısından yararlanarak yapılan birinci çalışmada kurutulan katı tavuk dışkısının kurutma öncesi, sonrası mikrobiyolojik sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir, kimyasal analiz değerleri ise Çizelge 5'de özetlenmiştir.

Kurutma öncesi FK sayısı 1.3×10^6 kob/g olarak belirlenmiş olup, kurutma sonrası alınan örneklerde FK değerine rastlanmamıştır. Kurutma öncesi TK sayısı 2.8×10^6 kob/g olarak bulunmasına karşın kurutma sonrası bu değer yok denecek kadar azalmış olup 30 kob/g olarak ölçülmüştür. Kurutma öncesi ve sonrasında alınan örneklerde *Salmonella spp.* bulunmamıştır. Kurutma sonrası mikrobiyolojik değerler 27601 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile

Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik hükümlerinde yer alan sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Tavuk dışkısında değişik tür ve miktarda fungal, bakteri ve virüslere rastlanılmaktadır (21). Tavuk dışkısında mikrobiyal yükünün 10^{10} hücre/g değerinin üzerine çıkabileceği (2, 24, 56), bakteriyel yükün yaklaşık %90'nının gram pozitif bakterilerden oluşabileceği (34, 49, 50) bildirilmektedir. Kurutma öncesi tavuk dışkısında bulunan TK ve FK miktarları literatür bildirimlerine yakın bulunmuştur. Tavuk dışkısında bulunan patojenik mikroorganizma yükünün kimyasal, fermentasyon veya ısıtma ile yok edilebileceği bildirilmektedir (24, 52). Araştırmada kullanılan yöntemle kurutma sonrası TK ve FK bakteri yükünün sınır değerlerin oldukça altında bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Tavuk dışkısının kurutma öncesi ve sonrası mikrobiyolojik analiz değerleri

| Özellikler | Birim | Kurutma Öncesi | Kurutma sonrası | Sınır Değerler ¹ |
|------------------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Fekal Koliform | kob/g | 1.3 x 10 ⁶ | Saptanamadı (<10) | 1.0 x 10 ³ |
| Toplam Koliform | kob/g | 2.8 x 10 ⁶ | 30 | 1.0 x 10 ⁶ |
| <i>Salmonella spp.</i> | MPN/4 g | Saptanamadı (<3) ² | Saptanamadı (<3) ² | <3 |

Kob: Koloni oluşturan birim, MPN: Most Probable Number (EMS: En Muhtemel Sayı)

¹Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik (Resmi Gazete, 04.06.2010, Sayı:27601), İkinci Bölüm – Genel Esaslar – Sağlık parametreleri, Madde 6–(2) Hayvanların altlıklı veya altlıksız dışkıları kullanılarak elde edilen organik gübrelerdeki zararlı mikroorganizma seviyeleri,

²Metod Dedeksiyon Limiti,

Kurutma öncesi ve sonrası analiz edilen tavuk dışkısının OA değerleri sırasıyla %1.6 ve %3.2 olarak bulunmuş olup bu değerlerin protein karşılıkları %10 ve %20 düzeyinde hesaplanmıştır. Aynı değerler TA bakımından sırasıyla %1.8 ve %5.4 olarak analiz edilmiş olup, protein karşılıkları %11.25 ve %33.75 değerinde hesaplanmıştır. Kurutma öncesi TA değerleri %1.6 olarak analiz edilen OA değeri, Amanullah ve ark. (6) tarafından verilen ve Çizelge 1’de özetlenen değerlerle uyum içindedir. Kurutma sonrası protein değeri Şayan (59)’in yapmış olduğu çalışmadan elde edilen %17.39 ve %17.90 protein düzeylerinden yüksek Bolan ve ark. (21) nin bildirimleri ile uyumludur. Bulunan değerler tavuk dışkısının hayvan yem katkı materyali olarak kullanılabilmesi için FDA tarafından bildirilen standart değerler arasında yer almaktadır (38).

TF, SPO, NUM ve pH değerleri sırasıyla %2.7; %1.7; %65.6 ve 8.5 olarak analiz edilmiş olup, kurutma sonrası aynı değerler sırasıyla %4.1, %4.8, %11.2 ve 7.1 olarak gerçekleşmiştir.

Kurutma öncesi analiz edilen TF değeri Bolan ve ark. (21), Amanullah ve ark. (6) nin kafes tavukçuluğu için vermiş olduğu değerler ile uyumlu olup, kurutma sonrası elde edilen %4.1 değer kurutma düzeyine bağlı olarak artmıştır.

Tavukçuluk atıklarının kaynağı ve çiftlik yönetimi, atık içeriğinin değişmesine etki etmekte, örneğin SPO değeri altlığa saman veya odun talaşı katılmasına veya üretimin yerde ve/veya kafeste yapılmasına bağlı olarak %1.4–%6 arasında değişiklik gösterebilmektedir (1, 40, 55). Kurutma öncesi SPO değerleri literatür bildirimlerinde verilen sınır değerler arasında yer almakta, kurutma sonrası SPO

değerinin artması diğer içeriklerde de olduğu gibi NUM değerinin düşmesine bağlı olmaktadır.

Kurutma sonrası elde edilen NUM değeri çevre sorunu oluşturan tavuk atıklarının denetiminde en önemli kriter olarak değerlendirilmektedir. Kurutulmuş dışkıdaki nem içeriği %15’in üzerinde olduğu zaman küflenme söz konusu olabileceği gibi, %10’un altına inmesi durumunda ise tozuma meydana gelmektedir. (3, 20). Çalışmada kurutma sonrası elde edilen % 11.2 NUM değeri ideal sınırlar içerisinde yer almaktadır.

İçeriğin alındığı kaynağa bağlı tavuk dışkısının pH değeri de benzer şekilde değişiklik göstermekte, 7.90–9.64 sınırları arasında olduğu bildirilmektedir (28, 31, 41, 43, 55). Kurutma sonrası pH değerinin 8.5 den 7.1 gerilemesi kurutma ile pH değerinin düştüğü yönündeki bildirişlerle uyum içindedir (42).

Tavuk dışkısının peletlenmiş formunun kimyasal yapısını incelemek amacıyla yapılan ikinci çalışmada, peletleme öncesi ve sonrası ürünün kimyasal yapıları ise sırasıyla Çizelge 6 ve 7’de verilmiştir.

Peletleme öncesinde alınan örneklerde % 54.6 NUM oranı peletlenmiş üründe %24.9’a gerilemiştir. Peletlenmiş üründe NUM değeri küflenmenin olabileceği nem değerlerinin üzerinde gerçekleşmiştir (3,20). Her iki süreçte TA değeri hemen değişmemiş olup sırasıyla %1.7 ve %1.6 olarak gerçekleşmiştir. Peletleme öncesi ve peletlenmiş tavuk dışkısından ölçülen pH değerleri sırasıyla 7.8 ve 7.2 olarak ölçülmüş olup, peletlenmiş tavuk dışkısının pH değeri nötre yakın olarak bulunmuştur. Peletleme öncesi ve peletlenmiş tavuk dışkısından ölçülen pH değerleri daha önce verilen literatür bildirimleri ile uyum içindedir (42).

Çizelge 5. Tavuk dışkısının kurutma öncesi ve sonrası kimyasal kompozisyonu

| Özellikler | Birim | Kurutma Öncesi | Kurutma sonrası |
|--|-------|----------------|-----------------|
| Organik Azot | % | 1.6 | 3.2 |
| Toplam Azot | % | 1.8 | 5.4 |
| Toplam Fosfor (P ₂ O ₅) | % | 2.7 | 4.1 |
| Suda Çözünür (K ₂ O) | % | 1.7 | 4.8 |
| Nem ve Uçucu Madde | % | 65.6 | 11.2 |
| Toplam (N + P ₂ O ₅) | % | 4.5 | 9.9 |
| pH | | 8.5 | 7.1 |
| İletkenlik | dS/cm | 1.67 | 15.4 |
| Kadmiyum | mg/Kg | 0.97 | 3.9 |
| Bakır | mg/Kg | 73.9 | 345.5 |
| Nikel | mg/Kg | 11.7 | 15.9 |
| Kurşun | mg/Kg | 7.2 | 1.1 |
| Çinko | mg/Kg | 255.2 | 326.4 |
| Civa | mg/Kg | 0.1 | 0.1 |
| Krom | mg/Kg | 2.8 | 19.1 |
| Kalay | mg/Kg | 0.9 | 3.3 |

Tavuk dışkısının yakıt olarak kullanımı da alternatif çözüm yolları arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, peletlenmiş tavuk dışkısının kalorifik değeri 14.896 kJ/kg olarak bulunmuştur. Atığın su içeriği kalorifik değerini olumsuz yönde etkilemektedir. Kurutulmuş tavuk dışkısının (altlıkla birlikte) kalorifik değeri 13.500 kJ/kg olarak verilmekte, bu ise kömürden elde edilen kalorifik değerın yaklaşık olarak yarısı kadar olmaktadır (46). Dávalos ve ark. (25) nın yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş tavuk dışkısının kalorifik değerini 14.447 kJ/kg olarak belirlemiş, artan su içeriğine bağlı olarak bu değerin düşeceğini bildirmişlerdir. Peletleme aşamasının

ekonomik yapılmasını sağlamak amacıyla NUM değeri yüksek tutulan kurutulmuş tavuk dışkısından elde edilen peletlenmiş üründe NUM değeri %24.9 olarak analiz edilmiştir. Bu değerin tavuk dışkısından yakıt olarak yararlanma durumunda %9 olması durumunda ek bir yakıt desteği kullanılmadan enerji kaynağı olarak kullanılabilceği bildirilmektedir (25). Yakıt amaçlı kurutma yapıldığında düşürülen nem değerine oranla kalorifik değer yükselecek ve bulunan 14.486 kJ/kg değerinin üzerinde bir yakıt değeri elde edilebilecektir

Çizelge 6. Tavuk dışkısının peletleme öncesi kimyasal kompozisyonu¹

| Özellikler | Birim | Peletleme Öncesi |
|--|-------|------------------|
| Toplam Organik Madde | % | 71.3 |
| Nem | % | 54.6 |
| Toplam Azot | % | 1.7 |
| Organik Azot | % | 1.4 |
| Toplam Fosfor (P ₂ O ₅) | % | 0.4 |
| Suda Çözünür (K ₂ O) | % | 0.9 |
| Toplam (N+ P ₂ O ₅ + K ₂ O) | % | 3.0 |
| Toplam Hümik + Fulvik Asitler | % | 9.4 |
| pH | | 7.8 |
| Kadmiyum | mg/Kg | 0.7 |
| Bakır | mg/Kg | 72.3 |
| Nikel | mg/Kg | 17.7 |
| Kurşun | mg/Kg | 13.7 |
| Çinko | mg/Kg | 93.0 |
| Cıva | mg/Kg | 0.2 |
| Krom | mg/Kg | 8.6 |
| Kalay | mg/Kg | 1.2 |

¹Katı ürün için analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 7. Tavuk dışkısının peletleme sonrası kimyasal kompozisyonu

| Özellikler | Birim | Pelet |
|-----------------------|-------|----------|
| Nem | % | 24.9 |
| Amonyak Azotu | % | 0.1 |
| Toplam Azot | % | 1.6 |
| Toplam Organik Karbon | % | 37.1 |
| C/N | - | 23.2 |
| Kızdırma kaybı (LOI) | % | 62.6 |
| Kükürt (S) | % | 0.3 |
| pH | - | 7.2 |
| Kalorifik değer | kJ/kg | 14.896.0 |

SONUÇ

Tavukçuluk atıklarının artan üretim kapasitesine bağlı olarak çevre sorunu olmaya başladığı yıllardan günümüze uygulanabilir ekonomik çözüm yolları üzerinde durulmaktadır. Tavuk dışkısından gübre, yem katkı maddesi ve enerji üretme üzerine yoğunlaşan çalışmalarda kullanılan yöntemlerin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Yüksek nem ve pH değerinde bekletilen tavuk dışkısının çevreye vereceği zarar oldukça yüksektir. Çevre sağlığı bakımında en kısa sürede tavuk dışkısının nem ve pH'sının taban sularını kirletmeyecek, zararlı mikroorganizma çoğalmasını önleyecek, sinek ve larvaların oluşumuna engel olacak düzeye ekonomik yöntemlerle indirilmesi gerekmektedir.

Yapılan bu çalışmada, 1 ton tavuk dışkısının mikroorganizma yükünü de düşürecek şekilde nem ve pH düzeyinin sırasıyla %11.2 ve 7.1 düzeyine indirilmesinde tüm sistem için toplam 250 kW/saat elektrik enerjisi tüketilmiştir. Elektrik enerji bedeli yöre ve abone tipine göre değiştiğinden, gereksinim duyulan enerji bedeli ekonomik olduğu sürece, üzerinde çalışılan kurutma sisteminin tavuk dışkısının kurutulmasında kullanılabilceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Tavuk dışkısının kurutulmasında, Avangart A.Ş., İzmir ARGE tesislerinde geliştirilen AV-2 ekipmanından yararlanılmıştır. Avangart Firma sahiplerine ve yetkililerine, Dr. Süreyya Kibaroğlu ve ARGE personeline katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. **Abelha, P., Gulyurtlu, I., Boavida, D., Seabra Barros, J., Cabrita, I., Leahy, J, et al., 2003.** Combustion of poultry litter in a fluidised bed combustor. *Fuel*, 82:687–92.
2. **Acosta–Martinez, V., Harmel, R.D., 2006.** Soil microbial communities and enzyme activities under various poultry litter application rates. *Journal of Environmental Quality* 35: 1309–1318.
3. **Ak, İ., 1990.** Hayvan Gübrelerinin Yem Olarak Kullanımı. *Yem Sanayii Dergisi*. 69:34–40.
4. **Akers, J.B., Harrison B.T., Mather, J.M., 1975.** Drying of Poultry Manure - An Economic and Technical Feasibility Study, Proc. 3rd. Int. Symp., Managing Livestock Wastes, ASAE 473–477.
5. **Alyanak, İ., Filibelı, A., 1987.** Tavuk Çıtlığı Atıklarının Çevre Etkilerinin Önlenmesi ve Yararlı Hale Getirilmesi Alternatifleri, Uluslararası Çevre'87 Sempozyumu, Bildiriler, İstanbul, 79–93.
6. **Amanullah, M.M., Sekar, S., Muthukrishnan, P., 2010.** Prospects and Potential of Poultry Manure. *Asian J.Plant Sci.*,9(4), 172–182
7. **Amanullah, M.M., 2007.** N Release Pattern in Poultry Manured Soil. *J. Applied Sci. Res.*, 3, 1094–1096
8. **Anonim, 1990a.** Gübreler–Kompoze gübre–Nem ve Uçucu Madde Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, TS 2832, Ankara.
9. **Anonim, 1990b.** Topraklar–Organik Madde Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, TS 8336, Ankara.
10. **Anonim, 1990c.** Topraklar–Toplam Tuz Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, TS 8334, Ankara.
11. **Anonim, 2002a.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi. Amonyak Azotu Tayini Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24736, Ankara.
12. **Anonim, 2002b.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi. Toplam Azot Tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24736, Ankara.
13. **Anonim, 2002c.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi. pH Değerinin tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 31.03.2002, Resmi Gazete Sayısı: 24006, Ankara.
14. **Anonim, 2002d.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi. Fosfor Tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24736, Ankara.
15. **Anonim, 2002e.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi. Suda Çözünür Potasyum Tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliđi Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24736, Ankara.
16. **Anonim, 2003.** Kahverengi kömürler ve linyitler–humik asitlerin tayini. TSE Türk Standardı, TS 5869 ISO 5073, Ankara.
17. **Anonim, 2004.** Metal Analizleri (ICP-OES. Metodu). TSE Türk Standardı, TS EN 13650, Ankara.
18. **Anonim, 2009.** Katı mineral yakıtlar - Bombalı kalorimetre yöntemi ile brüt ısıl değer tayini ve net ısıl değerin hesaplanması. Türk Standartları Enstitüsü, tst ISO 1928, Ankara.
19. **AOAC, 2000.** Official Methods of Analysis, 17th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC.
20. **Baydan, E., Yıldız, G., 2000.** Tavuk Dışkılarında Kaynaklanan Sorunlar ve Başlıca Çözüm Yolları, *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 40 (1) 98–105.
21. **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*, Vol. 66: 673–698
22. **Brady, N.C., Weil, R.R., 1996.** The nature and properties of soils. 11th Edition. Prentice Hall International, Inc.
23. **C.A.M.M.G., 1979.** Canada Animal Manure Management Guide. Agriculture Canada, Ottawa, 1–37.
24. **Cook, K.L., Rothrock, M.J., Warren, J.G., Sistani, K.R., Moore, P.A., 2008.** Effect of alum treatment on the concentration of total and ureolytic microorganisms in poultry litter. *Journal of Environmental Quality* 37: 2360–2367.
25. **Dávalos, J.Z., Roux, M.V., Jiménez, P., 2002.** Evaluation of poultry litter as a feasible fuel. *Thermochemica Acta* 394: 261–266.
26. **Day, D.L., 1980.** Processing manure for use as feed ingredients. In: Proc. International Symp. on Biogas, Microalgae and Livestock Wastes, China, 31–42.
27. **Demirulus, H., Aydın, A., 1996.** Tavukçuluk Artık ve Atık Maddelerinin İşlenerek Çevre Kirliliđinin Azaltılması, *Ekoloji Dergisi* 19: 22–26.
28. **Dias, B.O., Silva, C.A., Higashikawa, F.S., Roig, A., Sánchez-Monedero, M.A., 2010.** Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: Effect on organic matter degradation and humification. *Bioresource Technology* 101: 1239–1246.
29. **Dikinya, O., Mufwanzala, N., 2010.** Chicken manure-enhanced soil fertility and productivity: Effects of application rates. *Journal of Soil Science and Environmental Management* 1(3), 46–54
30. **Edwards, D.R., Daniel, T.C., 1992.** Environmental impacts of on-farm poultry waste disposal–A review. *Bioresource Technology* 41: 9–33.
31. **Elerođlu, H., Yıldız, S., Yıldırım, A., 2013.** Tavuk Dışkısının Çevre Sorunu Olmaktan Çıkarılmasında Uygulanan Yöntemler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 2: 14–24
32. **Elerođlu, H., Yıldırım, A., 2011.** Tavukçuluk Katı Atıklarının Tavuk Gübresine İşlenerek Çevre Kirliliđinin Azaltılması. *Katı Atık ve Çevre Dergisi* 84: 34–43
33. **Elson, H.A., King, A.W.M., 1975.** In house manure drying - the slat system. In: Proc. of the Third International Symp. on Livestock Wastes, Michigan, U.S.A., pp. 83–84 and 92.
34. **Enticknap, J.J., Nonogaki, H., Place, A.R. ve Hill, R.T., 2006.** Microbial diversity associated with odor modification for production of fertilizers from chicken litter. *Applied and Environmental Microbiology* 72: 4105–4114.
35. **EPA, 2006.** U.S. Environmental Protection Agency. Method 1682: Salmonella in Sewage Sludge (Biosolids) by Modified Semisolid Rappaport-Vassiliadis, EPA-821-R-06-14, 1200 Pennsylvania Avenue, NW Washington, DC 20460.

36. Erensayın, C., 1992. *Tavukçuluk; Bilimsel-Teknik-Pratik*. 72 DTFO Matbaası, Ankara, 534s.
37. Ergül, M., 1989. *Hayvansal Üretim ve Çevre Kirliliği*. *Yem Sanayi Dergisi*, 64: 20–25.
38. FDA, 2009. *Food and Drug Administration; Center for Veterinary Medicine. The Use of Chicken Manure/Litter in Animal Feed*. Available at: <http://www.pickle-publishing.com/papers/chicken-litter-animal-feed.htm>.
39. FDA, 2012. *Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual, Chapter 4, Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria*. <http://www.fda.gov/food/scienceresearch/laboratorymethods/bacteriologicalanalyticalmanualbam/ucm064948.htm>
40. Font-Palma, C., 2012. *Characterisation, kinetics and modelling of gasification of poultry manure and litter: An overview*. *Energy Conversion and Management* 53: 92–98.
41. Gaiınd, S., Nain, L., 2010. *Exploration of composted cereal waste and poultry manure for soil restoration*. *Bioresource Technology* 101: 2996–3003.
42. Ghaly, A.E., MacDonald, K.N., 2012. *Kinetics of Thin Layer Drying of Poultry Manure*. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 8 (2): 128–142.
43. Graham, J.P., Evans, S.L., Price, L.B., Silbergeld, E.K., 2009. *Fate of antimicrobial-resistant enterococci and staphylococci and resistance determinants in stored poultry litter*. *Environmental Research* 109: 682–689.
44. Gül, N., 2006. *Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
45. Karaman, S., 2006. *Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları*, KSU. *Journal of Science and Engineering* 9(2): 133–139.
46. Kelleher, B.P., Leahy, J.J., Henihan, A.M., O'Dwyer, T.F., Sutton, D., Leahy, M.J., 2002. *Advances in poultry litter disposal technology – a review*, *Bioresource Technology* 83: 27–36.
47. Kılıç A., 1978. *Yem Olarak Tavuk gübresi*. *Yem Tescil ve Kontrol İşleri Gen. Md. San. Matbaası*. Ankara 333s.
48. Kroodsmā, I.W., 1986. *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.
49. Lovanh, N., Cook, K.L., Rothrock Jr., M.J., Miles, D.M., Sistani, K., 2007. *Spatial shifts in microbial population structure within poultry litter associated with* 1849.
50. Lu, J., Sanchez, S., Hofrace, C., Maurer, J.J., Harmon, B., Lee, M.D., 2003. *Evaluation of broiler litter with reference to the microbial composition as assessed by using 16S rRNA and functional gene markers*. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 901–908.
51. Martin, J.H., Loehr, Jr. R.C., Pilbeam, T.E., 1983. *Animal manures as feedstuffs: nutrient characteristics*. *Agricultural Wastes* 6: 131–166.
52. McCaskey, T.A., Martin Jr, J.B., 1988. *Evaluation of a process for improved quality and microbiological safety of broiler litter*. *Biological Wastes* 25:209–218.
53. Mitchell, H.L., 1972. *Microdetermination of N in plant tissues*. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.* 55:1-3.
54. Ögün S.N., 1978. *Kurutulmuş Tavuk Gübresinin Etçi Melez Cıvcıvlerde Protein Kaynağı Olarak Kullanılması*, Ç.Ü. Zir. Fak. Yıllığı, Yıl 9 Sayı: 1, 78–86.
55. Pote, D.H., Way, T.R., Sistani, K.R., Moore, Jr., P.A., 2009. *Water-quality effects of a mechanized subsurface-banding technique for applying poultry litter to perennial grassland*. *Journal of Environmental Management* 90: 3534–3539.
56. Rothrock, M.J., Jr., Cook, K.L., Lovanh, N., Warren, J.G., Sistani, K., 2008. *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.
57. Sloan D.R., Kidder G., Jacobs R.D., 2003. *Poultry manure as a fertilizer*. *PS1 IFAS Extension*. University of Florida, 241.
58. Şakar, S., 2009. *Çevre Mikrobiyolojisi II, Ders Notları*. İstanbul, http://www.atomdan.com/faydali-bilgiler/ders-notlari/_evre_mikrobiyolojisi_ii.pdf
59. Şayan, Y., 1985. *Kurutulmuş Tavuk Gübresinin Yem Değeri ve Beside Kullanılma Olanakları Üzerinde Araştırmalar*. *E.Ü.Z.F. Derg.* 22(3): 95–106.
60. Yetilmezsoy, K., 2010. *Tavuk Çiftliklerinden Kaynaklanan Atıkların Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi*. İWES-2010, 2. Atık Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi, s:132–136.
61. Zhou, D.M., Hao, X.Z., Wang, Y.J., Dong, Y.H., Cang, L., 2005. *Copper and Zn uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures*. *Chemosphere* 59: 167–175.