

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

Hasan ELEROĞLU<sup>1</sup>

Arda YILDIRIM<sup>2</sup>

**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  $1.3 \times 10^6$  kob/g ve  $2.8 \times 10^6$  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

## Microbiological and Chemical Changes of Chicken Feces in A New Drying Technology

**ABSTRACT:** Poultry waste causing environmental problems enterprises, but also an important economic potential. Different methods are used in the processing of poultry waste. The selection of the system climate, animal type, capacity, economic conditions and the purposes of re-use is effective. Aerobic and anaerobic processing as a waste managing operations of poultry feces, composting, such as burning, as well as the methods used in recent years, different drying techniques. In this study, the microbiological and chemical values of chicken feces are emphasized with new drying system. Prior to drying, the fecal coliform (FK) and total coliform (TK) counts of the chicken feces were determined as  $1.3 \times 10^6$  and  $2.8 \times 10^6$  respectively, after dried the same parameters were found as  $<10$  and 30 respectively. Prior to drying the 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 dried, the same parameter values were found as 3.2%, 5.4%, 4.1%, 4.8%, 11.2% and 7.1 respectively. In a second study, after drying focused on the chemical structure of pellets chicken feces and their moisture and volatile matter, total nitrogen, total organic carbon (TOK), calorific value (KD) and pH values were found 24.9%, 1.6%, 37.1%, 14.896 kJ/kg and 7.2 respectively. As long as according to the analyzes of economic, the development of new drying system concluded that available in long-term storage of chicken feces without harming the environment or biogas production, composting and the product obtained after other processing methods which is bringing the desired level of moisture and structure of microorganism.

**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

\*Bu çalışma "1<sup>st</sup> Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition", Bişkek-Kırgızistan'da sunulmuştur.

<sup>1</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Şarkışla Aşık Veysel Meslek Yüksekokulu, 58400 Sivas

<sup>2</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 60240 Tokat

<sup>3</sup> Niğde Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Havvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 51240 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 dışkısı 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**

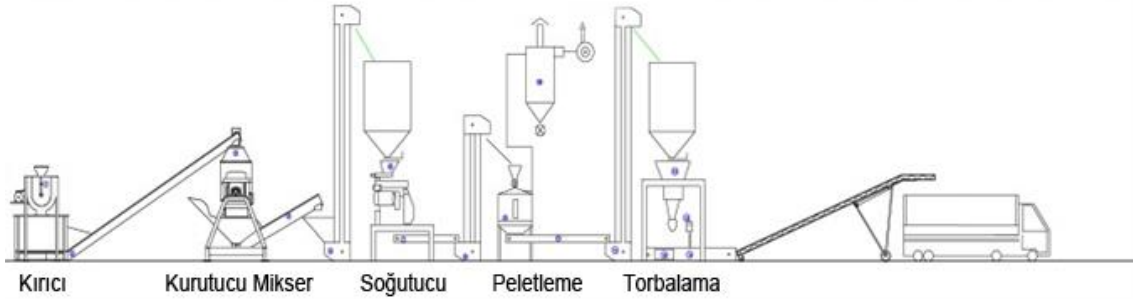
Maddeler	Derin altlıklı Sistem		Etlik Piliç		Kafes Tavukçuluğu	
C/N Oranı	9.50	– 11.50	9.40	– 11.20	5.80	– 7.60
Toplam N (%)	1.70	– 2.20	2.40	– 3.60	3.63	– 5.30
Toplam P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	1.41	– 1.81	1.56	– 2.80	1.54	– 2.90
Toplam K <sub>2</sub> O (%)	0.93	– 1.30	1.40	– 2.31	2.50	– 2.90
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 (çıkıtı) kapasitesi : Atık türüne ve nemine bağlıdır
Kurutucu mixer ünitesi	Enerji harcaması : 250 kW/saat (tüm sistem)
Soğutucu ünitesi	Kurulum alanı : 350 m <sup>2</sup>
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 referansları**

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	Mikroalga yakma işleminden sonra ICP	(17)
pH	Metot 7-4, pH Değerinin tayini	(13)
Kalorifik Değer	Bomba Kalorimetre Metodu	(18)
Civa	Mikroalga 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Metot 3.1.1. Fosfor Tayini	(14)
Suda Çözünür (K <sub>2</sub> O)	Metot 4.1 Suda Çözünür Potasyum Tayini	(15)
Hümkik Asit + Fulvik Asit	Kahverengi Kömürler ve Linyitler – Hümkik 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  $1.3 \times 10^6$  kob/g olarak belirlenmiş olup, kurutma sonrası alınan örneklerde FK değerine rastlanmamıştır. Kurutma öncesi TK sayısı  $2.8 \times 10^6$  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 <sup>1</sup>
Fekal Koliform	kob/g	1.3 x 10 <sup>6</sup>	Saptanamadı (<10)	1.0 x 10 <sup>3</sup>
Toplam Koliform	kob/g	2.8 x 10 <sup>6</sup>	30	1.0 x 10 <sup>5</sup>
<i>Salmonella spp.</i>	MPN/4 g	Saptanamadı (<3) <sup>2</sup>	Saptanamadı (<3) <sup>2</sup>	<3

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

<sup>1</sup>Tarımda 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,

<sup>2</sup>Metod 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 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	2.7	4.1
Suda Çözünür (K <sub>2</sub> O)	%	1.7	4.8
Nem ve Uçucu Madde	%	65.6	11.2
Toplam (N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	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
Cıva	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 çözümler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, peletlenmiş tavuk dışkısının kalorifik değeri 14.896 kJ/kg olarak bulunmuştur. Atığın su içeriği kalorifik değeri olumsuz yönde etkilemektedir. Kurutulmuş tavuk dışkısının (altılıkla birlikte) kalorifik değeri 13.500 kJ/kg olarak verilmekte, bu ise kömürden elde edilen kalorifik değerin yaklaşık olarak yarısı kadar olmaktadır (46). Dávalos ve ark. (25) nın yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş tavuk dışkısının kalorifik değeri 14.447 kJ/kg olarak belirlenmiş, 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 değeri yükselecek ve bulunan 14.486 kJ/kg değerinin üzerinde bir yakıt değeri elde edilebilecektir.

**Çizelge 6. Tavuk dışkısının peletleme öncesi kimyasal kompozisyonu<sup>1</sup>**

Özellikler	Birim	Peletleme Öncesi
Toplam Organik Madde	%	71.3
Nem	%	54.6
Toplam Azot	%	1.7
Organik Azot	%	1.4
Toplam Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.4
Suda Çözünür (K <sub>2</sub> O)	%	0.9
Toplam (N+ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O)	%	3.0
Toplam Hümkik + 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

<sup>1</sup>Katı 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 (LOİ)	%	62.6
Kükürt (S)	%	0.3
pH	-	7.2
Kalorifik değeri	kJ/kg	14.896.0

## SONUÇ

Tavukçuluk atıklarının artan üretim kapasitesine bağlı olarak çevre sorunu olmaya başladığı yıllardan günümüze uygulanabilir ekonomik çözümler 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 kullanılabileceği düşünölmektedir.

## TEŐEKKÜR

Tavuk dışkısının kurutulmasında, Avangart A.Ő., İzmir ARGE tesislerinde geliştirilen AV-2 ekipmanından yararlanılmıştır. Avangart Firma sahiplerine ve yetkililerine, Dr. Süreyya Kibaröğlu ve ARGE personeline katkılarında dolayı teőekkür 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., Filibeli, A., 1987.** Tavuk Çiftliği 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 Yönetmeliği. *Amonyak Azotu Tayini Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24736, Ankara.*
12. **Anonim, 2002b.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği. *Toplam Azot Tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24736, Ankara.*
13. **Anonim, 2002c.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği. *pH Değerinin tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 31.03.2002, Resmi Gazete Sayısı: 24006, Ankara.*
14. **Anonim, 2002d.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği. *Fosfor Tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği Ek III, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2002 Resmi Gazete Sayısı: 24736, Ankara.*
15. **Anonim, 2002e.** Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği. *Suda Çözünür Potasyum Tayini, Kimyevi Gübre Denetim Yönetmeliği 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 ısı değer tayini ve net ısı değerinin 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 Dışkılarından 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. 11<sup>th</sup> 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 Kirliliğinin 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. **Eleroğlu, H., Yıldız, S., Yıldırım, A., 2013.** Tavuk Dışkısının Çevre Sorunu Olmaktan Çıkarılmasında Uygulanan Yöntemler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 2: 14–24
32. **Eleroğlu, H., Yıldırım, A., 2011.** Tavukçuluk Katı Atıklarının Tavuk Gübresine İşlenerek Çevre Kirliliğinin 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. Gaiind, 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, KSÜ. *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. Kroodsma, 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 physicochemical properties. *Poultry Science* 86: 1840–1849.
  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](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.