

Kümes Atıklarının Organik Gübre ve Biyo-Yakıt Olarak Değerlendirilmesi

Saim ÖZDEMİR¹

Betül SEZER¹

ÖZET: Tavukçuluk endüstrisi, ülkemizde en hızlı gelişen tarımsal sektörlerden birisidir. Tavuk üretiminin kaçınılmaz atığı olarak ortaya çıkan tavuk dışkı 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 islahı 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.

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

Utilization of Poultry Litter as Organic Fertilizer or Bio-Fuel

ABSTRACT: 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.

Key Words: Poultry litter, organic fertilizer, bio-fuel, drying

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 çözülme 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 CH₄, NH₃, H₂S, 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 (2, 7, 13).

Ülkemizde, 2011 yılı verilerine göre yılda 1 milyara yakın tavuk yetiştirilmektedir (17). Bir büyütmeye periyodunda 1000 broyler tavuğun 1.1-1.4 ton (4) 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 hammadde 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.

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü-Sakarya

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 (16). 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.

Kümes Atıklarının Fiziksel Özellikleri

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 (11), 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 (10) veya biyoyakıt özelliği kazanır.

Kümes Atıklarının Mikrobiyolojik Özellikleri

Tavuk gübresi içerdiği kolay ayrışabilir organik maddelerin yapı, özellik ve miktarından dolayı mikrobiyal bozunmaya çok müsait bir maddedir (Çizelge 1). Bu nedenle kümes atıklarında çok farklı grup virüs, bakteri, fungus ve protozoa bulunmakta ve sayıları 10^{10} 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. (14) 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* (9, 15) gibi patojenler bulunabilmektedir. Kümes içinde kontaminasyon çoğunlukla altlık yolu ile olmaktadır.

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.

Tavuk Gübresinin Kimyasal Özellikleri ve Gübre Değeri

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 islah etmesi ve dengeli-yavaş salınımlı gübre etkisiyle bitki büyümesini desteklemesidir. Tavuk gübresinin içerisinde bulundurduğu minerallerin en önemlisi ve değerlisi azottur (Çizelge 1). Türkiye'de yılda tarımsal amaçlı 1.434.698 ton azotlu gübre kullanılmaktadır (8). Kümes atıklarının etkin yönetildiği ve değerlendirildiği durumda, bu miktarın dörtte biri tek başına kümes atıklarından karşılanabilir.

Sentetik gübrelerden sağlanan azotun toprakta kalış süresi hem kurak koşullarda hem de rutubetli koşullarda çok kısadır. Tavuk gübresi, diğer organik gübreler gibi yavaş salınımlı 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 (Çizelge 1) 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, toprağı bitki ihtiyacına göre verilebileceği gibi diğer gübrelerle birlikte, sulandırılarak da uygulanabilir. Belirleyici doz bitki ihtiyacı ile toprağı homojen karışımın sağlanabileceği miktardır.

Kümes Atıklarının Enerji Değeri

Yüksek rutubet içeriğinde, düşük kalorifik değere sahip olan tavuk dışkısı yakılabilir kuruluğı 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 biyo-kütle yakıtlarına ihtiyaç büyüktür. Kümes atıkları üretildikleri kümeste yakıt olarak kullanılabilirdiğinde problem olmaktan çıkıp, katma değer eklenmiş ararır ürün haline gelecektir.

Çizelge 1. 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	

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 CO₂, SO₂ ve NO_x 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_x 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 (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 kümeden yüksek rutubet oranı ile (sırasıyla % 30, % 75) çıkmaktadır. 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 (16).

Tavuk Gübresinin Kurutulması

Rutubetli gübrenin depolanması, organik gübre veya biyo-yakıt kaynağı olarak kullanılması hemen hemen imkansızdır. Tavuk gübresini en değerli çiftlik gübresi yapan özelliği azot içeriğinin, diğer çiftlik gübresi kaynaklarına kıyasla daha yüksek olmasıdır.

Bu kaynağın, ülkemizde, etkili bir şekilde kullanıldığını söylemek oldukça zordur. Tavuk dışkısı açık ortama bırakıldığında içerisinde bulundurduğu organik mineralleri hızla kaybettiğinden gübre niteliğinden uzaklaşmaktadır. Özellikle kontrolsüz koşullarda azot miktarı hızla düşmektedir.

Tavuk dışkısının içerdiği gübre minerallerini kaybetmeden muhafazası ve mikrobiyal faaliyetleri ortadan kaldırarak koku oluşumunu engellemek için öncelikle dışkının kurutulması gerekmektedir. Kurutma işlemi için gerekli iki parametre; kuru hava ve yüksek sıcaklık, ya ek enerji kullanılarak ya da doğal yollarla sağlanabilmektedir. Yüksek sıcaklıkta kurutma, amonyak (NH₃) volatilizasyonu nedeniyle dışkıdan azot kaybını hızlandırabilmektedir (10).

Son yıllarda, organik atıkların güneş enerjisi yardımıyla seralarda kurutulması daha ekonomik ve ekolojik bir yöntem olarak dikkat çekmektedir. Ülkemiz de güneş enerjisinden faydalanılarak kurutmaya son derece müsait görülmektedir. Yine yumurtacı tavukların dışkısını kurutmak için, son yıllarda, atık kümes ısısından faydalanılarak hava kurutmanın yapıldığı kurutma tünelleri kullanılmaya başlanmıştır (13). Yumurta tavuklarının atıklarının rutubet oranı %75'in üzerinde olduğundan kurutulmaları daha zaman alıcı, ek enerji ihtiyacı yüksek ve dolayısıyla daha maliyetlidir. Enerji maliyetinin yüksek olduğu ülkemizde güneş enerjisi kullanılarak kurutma uygulamalarının devreye alınması, maliyeti düşürerek kurutma avantajı sağlayacaktır.

SONUÇ

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.

KAYNAKLAR

1. Abelha, P., Gulyurtlu, I., Boavida, D., Barros, J.S., Cabrita, I., Leeahy, J., Kelleher, B., Leahy M., 2002. Combustion of poultry litter in a fluidised bed combustor. *Fuel*. 82, 687-692.
2. Baydan E., Yıldız, G., 2000. Tavuk dışkılarından kaynaklanan sorunlar ve başlıca çözüm yolları. *Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 98-105.
3. Bernhart, M., Fasina, O.O., 2009. Moisture effect on the storage, handling and flow properties of poultry litter. *Waste Management*. 29, 1392-1398.
4. 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.
5. Dagnall, S., Hill, J., Pegg, D., 2000. Resource mapping and analysis of farm livestock manures-assessing the opportunities for biomass-to-energy schemes. *Bioresource Technology* 71, 225-234.
6. Davalos, J.Z., Roux, V.R., Jimenez, P., 2002. Evaluation of poultry litter as a feasible fuel. *Thermochimica Acta*. 394, 261-266.
7. Eleroğlu, H., Yıldız, S., Yıldırım, A., 2013. Tavuk dışkısının sorun olmaktan çıkarılmasında uygulanan yöntemler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*. 2, 14-24.
8. FAO 2010. www.fao.org
9. Line, J.E., Bailey, J.S., 2006. Effect of on-farm acidification treatments on *Campylobacter* and *Salmonella* populations in commercial broiler houses in northeast Georgia. *Poultry Science*. 85, 1529-1534.
10. Lopez-Mosquera, M.E, Cabaleiro F, Sainz, M.J., Lopez-Fabal, A., Carral, E., 2008. Fertilizing value of broiler litter: Effects of drying and pelletizing. *Bioresource Technology*. 99, 5626-5633.
11. McMullen, J., Fasina, O.O., Wood, C.W., Feng, Y., 2005. Storage and handling characteristics of pellets from poultry litter. *Applied Engineering in Agriculture* 21, 645-651.
12. Quiroga, G., Castrillon, L., Fernandez-Nava, Y., Maranon, E., 2010. Physico-chemical analysis and calorific values of poultry manure. *Waste Management*. 30, 880-884.
13. 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*.
14. Ritz, C.W., Fairchild, B.D. Lacy, M.P., 2004. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review. *Journal of Applied Poultry Research*. 13, 684-692.
15. Rothrock, M.J., 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.
16. 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.
17. TÜİK, 2012. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr

