



Bir yumurta tavukçuluğu işletmesinin yaşam döngüsü değerlendirmesi

Life cycle assessment of a laying hen farm

İlker KILIÇ¹ Süleyman KARAMAN²

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 07070, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Kılıç, e-posta (e-mail): ikilic@uludag.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 29 Ekim 2013
Düzeltilme tarihi 25 Nisan 2014
Kabul tarihi 15 Ekim 2014

Anahtar Kelimeler:

Yumurta tavukçuluğu
Asidifikasyon
Ötrofikasyon
Fonksiyonel birim
Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi

ÖZ

Yumurta, ucuz, sağlıklı, ekonomik ve kısa zamanda üretilebilmesi ve insanlardaki protein açığının kapatılması açısından oldukça önemli bir üründür. Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi, yumurta üretiminin çevre etkisi ile ilgili kapsamlı bilgi sağlamasından dolayı özellikle yumurta tavukçuluğu işletmelerinin çevresel yönetimi için Avrupa ülkelerinde yaygın olarak kullanılır. Bu çalışmada, yaşam döngüsü yönteminin tarımsal faaliyetlerin çevresel etki değerlendirmesindeki uygulanabilirliği, Bursa'da üretim yapan özel bir yumurta tavukçuluğu işletmesi örnek alınarak araştırılmıştır. Bu yöntem, yumurta üretiminin her aşamasında ortaya çıkan potansiyel çevre etkilerinin tanımlanmasının yanı sıra bu etkileri en aza indirgeyecek işletmeye en uygun kontrol stratejilerinin geliştirilmesi ile ilgili öneriler sunar.

ARTICLE INFO

Received 29 October 2013
Received in revised form 25 April 2014
Accepted 15 October 2014

Keywords:

Laying hens production
Acidification
Eutrophication
Functional unit
Life cycle assessment

ABSTRACT

Egg is an important product since egg is inexpensive, healthy, and economic and can be produced in short time and it also remove insufficient of protein in human activity. Life cycle assessment (LCA) is used commonly in European Countries for environmental management of laying hen farms and it provides widespread knowledge on the environmental burdens associated to an egg production. In this study, applicability of LCA to environmental impact assessment of agricultural activities was examined a representative scheme of private laying hen farm in Bursa province. This method defines potential environmental impacts which appear for each phase of egg production and it also recommend the most appropriate control strategies, minimized environmental impacts, for laying hen farm.

1. Giriş

Türkiye'de tavukçuluk sektörüne yapılan yatırım teşvikleri modern tavukçuluğun gelişmesine önemli katkıda bulunmuştur. Geleneksel köy tavukçuluğunun yerini, ticari ve entegre tavukçuluk işletmeleri olarak yumurta üretiminde iç talebi karşılayacak düzeye ulaşılmıştır. Ülkemizde ticari yumurta tavukçuluğunun yaklaşık % 80-90'ı kafesli sistemde yetiştiricilik yapmaktadır. Kafesli sistemler tavuk davranış ve yaşantısını olumsuz yönde etkilemesine karşın birim alanda daha çok hayvan barındırması ve beraberinde otomasyonu getirmiş, yaygın olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Kılıç ve Şimşek 2003).

Yumurta üretiminde verim artırıcı faktörlerden en önemlisi, tavukların yaşamsal gereksinimleri için optimum koşulların sağlanmasıdır. Kümes iç ortam havası, tavukların sağlığını ve verimini etkileyerek ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Kümes içerisindeki atıkların ayrışması sonucu ve tavukların

solunumu sırasında ortaya çıkan gazlar ve iç ortamdaki tozların çevresel etkisinin analiz edilmesi ile işletmenin, ekonomik kayıpları önleyecek yeni kararlar alması söz konusu olacaktır (Kılıç ve Şimşek 2003).

Yumurta tavukçuluğu hassas bir üretim faaliyeti olduğundan çevresel yönden değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Yumurta tavukçuluğu işletmelerinin kirlettiği çevreden en çok zarar göreceği olması ve verimlilik açısından olumsuz etkilenmesi çevresel etki değerlendirme yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Çevresel etki değerlendirmesinde amaç, ekonomik ve sosyal gelişmeyi önlemeden, çevre değerlerini karlılık karşısında korumak, planlanan bir faaliyetin yol açabileceği bütün olumsuz çevresel etkilerin önceden tespit edilip gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır. Son yıllarda yöntem ve tekniklerin sürdürülebilirlik kavramı kapsamında tasarlanması görüşünün kabulünde artışlar gözlenmiştir. Bu

perspektifte ele alınan çevresel etki değerlendirme yöntemi, çevre üzerine kümülatif ve sinerjistik etkileri değerlendirebilmek için insan aktivitesi veya üretimin bütün olumlu ve olumsuz etkilerini kapsamlı olarak değerlendirebilmelidir. Bu amaçla, yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi üretim ve ürünün yarattığı küresel etkileri belirlemede yaygın olarak benimsenmiştir (Hospido ve ark. 2003).

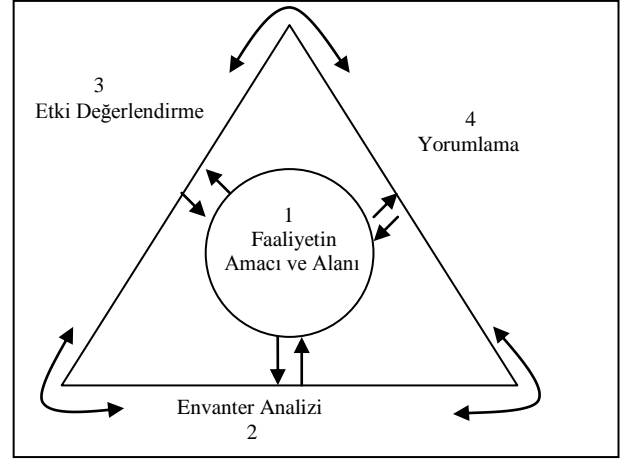
Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi, çevreye bırakılan atıklar ile kullanılan materyal ve enerjinin nitelendirilmesi ve tanımlanması ile ürün, üretim ve diğer aktivitelerle ilgili çevresel sınırların değerlendirilmesi, bunların etkisinin değerlendirilmesi ve çevresel açıdan gelişim sağlayacak olanakların tanımlanması ve değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir. Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi, 1990'ların başına kadar yöntemsel olarak geniş bir gelişme göstermiş bu tarihten sonra çevresel yönetim aracı olarak, belirgin bir ilgi görmüştür (Consoli 1993).

Bu çalışmada, Bursa'da bulunan bir yumurta üretim işletmesinin çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla, yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Yumurta tavukçuluğu hassas bir üretim faaliyeti olduğu için kümes içerisindeki atık ve gazlardan kolaylıkla etkilenebilmektedir. Bu yöntem, ham madde girişinden, üretim ve satış aşamasına kadar olan yumurta üretiminin yaşam döngüsünün potansiyel çevresel etkileri ile çevresel yüklerini değerlendirmek ve analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin uygulanması sonucunda, olumsuz çevresel etkilerin en aza nasıl düşürüleceği ve yumurta üretim sürecinde ortaya çıkan yan ürünlerin en yüksek düzeyde yeniden kullanımını sağlayacak yatırımlara yönelik kararların alınması konusunda önerilerin sunulması sağlanabilir.

2. Materyal ve Yöntem

Çevresel etki değerlendirme yapılmak üzere Bursa'da özel bir firmaya ait entegre yumurta tavukçuluğu işletmesi örnek olarak ele alınmıştır. Çalışmada incelenen tavukçuluk işletmesi, faaliyette olan 2 adet kümes, inşaatı devam eden 1 adet kümes ve proje kapsamında yapılması planlanan 4 adet kümes olmak üzere toplam 7 adet kümeden oluşmaktadır. Örnek işletmenin, yaptığı projeye kapasite artırımına gidecek olması, yapılan üretimin çevreye etkisini artıracak ve çevresel etki değerlendirmesini gerekli hale getirecektir. Bu nedenle, işletmenin çevre etki değerlendirilmesi yapılırken 7 adet kümede üretim yapıldığı varsayılmış ve toplam kapasite 450 000 tavuk olarak kabul edilmiştir.

Araştırmada örnek işletmenin çevresel etki değerlendirme "yaşam döngüsü değerlendirme" yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntem, yumurta üretimi faaliyetinin her aşamasında ortaya çıkabilecek çevresel etkilerin bir çerçevesini oluşturmaktadır. Yaşam döngüsü yöntemi, bir ürün sisteminin yalnızca çevresel etkilerine değinmekte, finansal, sosyal, politik ve diğer faktörleri göz ardı etmektedir. Bu yöntem, çalışmanın amacına ilişkin yapılan envanter çalışması, etki aşamalarının sonuçlarını yorumlaması, ortaya çıkan ürünler ve girdiler ile ilgili potansiyel çevresel etkileri değerlendirmesinden dolayı çevresel etki değerlendirme çalışmalarına yeni bir bakış açısı getirmektedir. Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi, dört bileşenden oluşmaktadır. Bunlar, amaç ve faaliyet alanının tanımlanması, yaşam döngüsü envanteri, çevre etki değerlendirmesi ve ileri değerlendirme (Şekil 1).

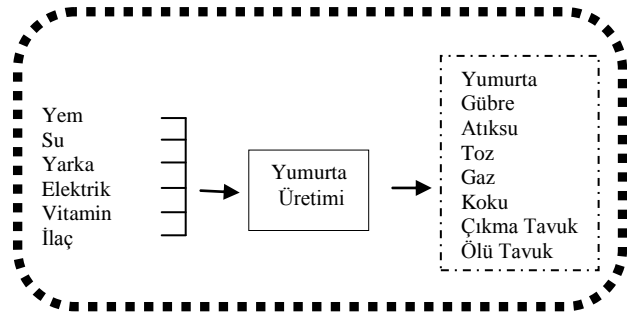


Şekil 1. Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi.

Figure 1. Life cycle assessment method.

2.1. Amaç ve faaliyet alanının tanımlanması:

Bu çalışmada incelenen yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi ile çevresel etki değerlendirme sürecindeki temel amaç, toplam yumurta üretiminin yaşam döngüsü içerisinde çevreye verdiği potansiyel etkilerin tahminlenmesidir. Etki kategorilerine göre tahminleme yaparken çok geniş bir üretim sistemi olan yumurta üretim sistemini sınırlandırmak gerekir. Bu çalışmada sistem sınırı, yarka üretimi dışında tavukların ticari olarak yumurtlamaya başladığı dönemden (20. hafta) yumurtanın tüketicilere dağıtım aşamasına kadar olan süreci kapsayacak biçimde tanımlanmıştır (Şekil 2). Yumurta tavuğu işletmesinde bulunan, ilaç, vitamin, bina, makine ve ekipmanlar veri eksikliğinden dolayı değerlendirme sistemi içine dahil edilememiştir.



Şekil 2. Yumurta üretim sürecine ilişkin olarak çalışmada ele alınan sistem sınırları.

Figure 2. The system boundary about egg production process.

2.2. Fonksiyonel birim

Bir üretim sisteminin çevresel etkilerini ortaya koymak için fonksiyonel birim olarak ifade edilen bir referansa başvurulur. Fonksiyonel birim çevresel etki kategorileri ve araştırmanın amacı göz önüne alınarak belirlenir (De Boer 2003, Thomassen 2003). Yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin hayvansal üretime uygulandığı birçok çalışmada fonksiyonel birim olarak, işletmede üretilen ürünün ağırlık cinsinden belirli bir miktarı alınmaktadır. Iepema ve Pijenburg (2001) organik süt sığırcılığının çevresel etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fonksiyonel birim olarak 1kg paketlenmemiş süt göz önüne alınmıştır. Hospido ve ark. (2003) süt üretiminin çevresel

etkileri üzerine yaptıkları araştırmada 1 kg paketlenmemiş süt ve 1 kg paketlenmiş sütü fonksiyonel birim olarak almışlardır. Bu çalışmada, fonksiyonel birim olarak, tüketiciye ulaşan 1 viyol paketlenmiş yumurta ele alınmıştır.

2.3. Çevresel etki kategorilerinin belirlenmesi

Yaşam döngüsü değerlendirme yönteminde, hayvansal üretim sistemlerinin çevresel etki değerlendirmesi farklı etki kategorilerden oluşur. Bu kategoriler; asidifikasyon, ötrofikasyon, küresel ısınma ve doğal kaynak kullanımınıdır. Diğer üretim sistemlerinde olduğu gibi yumurta tavukçuluğu işletmelerinde de bu kategorilere yapılan katkı, üretim sürecinde oluşan gaz ve toz emisyonu ile gerçekleşir (De Boer 2003). Bu çalışmada, Basset-Mens ve ark. (2005)'de belirtildiği gibi yalnızca asidifikasyon, ötrofikasyon ve küresel ısınma potansiyelleri hesaplanarak, her bir gazın bu potansiyelle yaptığı katkılar belirlenmiştir. Buna göre, asidifikasyon, ötrofikasyon ve küresel ısınma potansiyelleri Tukker (2000)'de verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$S = \sum (e_{ij} \times E_j)$$

Burada;

S: Etki kategorisi potansiyeli

e_{ij} : j'inci gazın i'inci gaz cinsinden eşdeğerlik katsayısı

E_j : j'inci gazın emisyonu (gr)

3. Bulgular

3.1. Yaşam döngüsü envanteri

Yumurta üretimi yapılan küme Eurovent kafes modeli kullanılmaktadır. Yumurta üretim işletmesinde 7 adet küme 450000 tavuk yetiştirilmekte ve yaklaşık 117 milyon adet/yıl yumurta elde edilmesi beklenmektedir. İncelenen yumurta tavukçuluğu işletmesi 30350 m²'lik arazi üzerinde faaliyet göstermektedir. Bunun 6.631 m²'lik kapalı alanda yumurta üretimi gerçekleştirilmektedir. Yumurta tavukçuluğu faaliyetinde, 20 haftalık yaştaki Lohman beyaz genotipleri kullanılmaktadır. Tavukların beslenmesinde, yemlikteki yem durumuna göre otomatik yem dağıtımı yapılmaktadır. Yem işletme dışından sağlanmaktadır. Küme yetiştiricilik yapıldığından 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde aydınlatma programı uygulanmaktadır. Tavukların su ihtiyacı 24 saat boyunca içmelerine olanak sağlayan damlalıklı suluklar ile sağlanmaktadır. Eurovent kafes tipinde bulunan havalandırma borusu ve oluştu damlalıklı suluklardan sıçrayacak olan suyu toplayarak gübrenin ıslanmasını engellemektedir. Tavukların kafes içinde ürettikleri gübreler her iki kafes arasında bulunan gübre bantlarına düşerek burada biriktirmekte, gübre bandının gün aşırı çalıştırılması ile biriken gübre, küme sonundaki gübre konveyörüne iletilmektedir. Gübre konveyörü ise küme dışında bulunan araca doğrudan yükleme yaparak, gübreyi iç ortamdan dış ortama taşımaktadır. İşletmede gübre depolanmamakta olup araçlara alınan gübre yöredeki çiftçilere satılmaktadır. Eğimli kafes tabanı ile yumurta, kafes sıraları boyunca uzanan yumurta bantlarına yuvarlanır. Otomatik yumurta toplama sistemi çalıştırıldığında yumurtalar, yumurta bantlarından asansörlere, buradan da yumurta konveyörüne aktarılmaktadır. Konveyörler ile depoya ulaşan yumurtalar işçiler tarafından karton violle alınarak satışa hazır hale getirilmektedir. Kümeslerde otomatik çalışan yumurta konveyörü, yemleme sistemi, gübre bandı gibi teknik aksam kulağı rahatsız edecek düzeyde gürültü oluşturmaktadır.

Küme ölen tavuklarda hastalık şüphesi görülmesi durumunda otopsi yapılmaktadır. Bu işlem sonunda tüm ölü tavuklar işletme sahasında bulunan imha fırınına yakılarak yok edilmektedir.

Çalışmada, incelenen yumurta tavuğu işletmesinin toplam kapasitesi göz önüne alınarak belirlenen fonksiyonel birim başına işletmede gerekli olan girdiler ile bu girdiler karşılığında ortaya çıkan ürünlerin miktarları verilmiştir (Çizelge 1). Buna göre işletmede, bir viyol (bir karton ya da 30 adet yumurta) üretmek için 3.3 kg-gün yem, 3.52 kg su tüketilirken 1.08 m² arazi kullanılmaktadır. Buna karşın çevreye 2.64 kg gübre ve diğer kirleticiler bırakılmaktadır. Çalışmada ele alınan gazların konsantrasyon değerleri Kocaman ve ark (2006) ile Fabbri ve ark. (2007)'den alınarak fonksiyonel birim başına düşen değerlere dönüştürülmüştür.

Çizelge 1. İncelenen yumurta tavuğu işletmesinin envanter verileri (Fonksiyonel birim başına).

Table 1. The inventory data of monitoring layer farm (for each functional unit, a viol eggs).

GİRDİLER			
TEKNOLOJİK GİRDİLER		DOĞAL GİRDİLER	
Materyal ve Yakıtlar		Ham maddeler	
Yem (kg/gün)	3.3	Su (kg/gün)	3.52
Yarka (adet)	450000	Arazi (m ²)	1.08
Viyol (adet)	1		
ÇIKTILAR			
TEKNOLOJİK ÜRÜNLER		DOĞAYA VERİLEN ÜRÜNLER	
Ana ve Yan ürünler		Havaya verilen gazlar	
Gübre (kg/gün)	2.64	Karbondioksit (ppm)	282.00 Kocaman ve ark.(2006)
Toz (mg/m ³)	0.68	Amonyak (ppm)	2.61 Kocaman ve ark.(2006)
PM10 (mg/m ³)	1.23	hidrojen sulfur (ppm)	1.10 Kocaman ve ark.(2006)
PM2.5 (mg/m ³)	0.14	Metan (ppm)	25.00 Fabbri ve ark.(2007)
		Diazot Monoksit (ppm)	1.00 Fabbri ve ark.(2007)

3.2. Çevre etki değerlendirmesi

Çalışmada, yumurta tavuğu işletmesinin belirlenen çevresel etki kategorilerine göre fonksiyonel birim başına düşen toplam potansiyelleri hesaplanarak, Çizelge 2'de verilmiştir. Her bir çevresel etki kategorisinde incelenen gaz emisyonlarının bu potansiyellere katkısı ise Şekil 3'de gösterilmiştir.

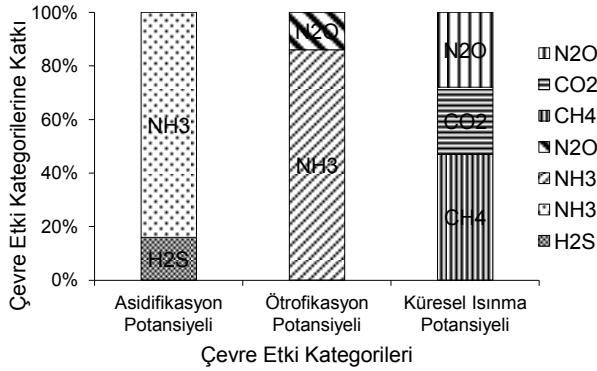
Çizelge 2. Entegre bir yumurta tavuğu işletmesinin çevresel etki potansiyelleri.

Table 2. Environmental impact potential of an integrated layer farm.

Etki Kategorisi	Toplam Potansiyel	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	H ₂ S
Küresel Isınma	1117	282	525	310	-	-
Asidifikasyon	6	-	-	-	5	1
Ötrofikasyon	11	-	-	2	9	-

3.2.1. Asidifikasyon potansiyeli

Asidifikasyon, çeşitli kaynaklardan yayılan kükürt dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x) ve amonyak (NH₃) gibi diğer moleküller ile birlikte geniş ölçekte çevreye zarar veren gazların havada yayılması ve asit yağmuru olarak yüzeylere geri dönmeleridir (Audsley ve ark. 1997, Basset-Mens ve Werf 2003). Bu gazların asidifikasyona katkıları farklılık göstermektedir.



Şekil 3. Kümeslerden meydana gelen önemli emisyonların asidifikasyon, ötrofikasyon ve küresel ısınma potansiyeline (%) katkıları.

Figure 3. The contribution of pollutant emissions from laying hens to acidification, eutrophication and global warming potential.

Amonyak emisyonu, ağırlıklı olarak hayvan barınaklarından kaynaklanmakta iken, kükürt dioksit (SO₂) ve NO_x'ler ağırlıklı olarak, sülfür içerikli kömür ve yakıtlar ile motorlu taşıtlardan atmosfere taşınmaktadır (EEA 1998). Asidifikasyon oluşumunda kükürt dioksit (SO₂), % 36'lık bir katkıyla NO_x (%33) ve NH₃ (%31)'in önünde gelmektedir (EEA 2001).

Hayvansal üretim işletmelerindeki üretim sonucunda, asidifikasyona etki eden bir çok gazın atmosfere emisyonu gerçekleşmektedir. Asidifikasyona etki eden gazlar içerisinde SO₂ referans gaz olarak ele alınmakta diğer gazlar ise eşdeğerlik katsayıları ile SO₂'e çevrilmektedir. Buna göre etki değerleri, bu katsayılara göre ortaya çıkmaktadır. Çalışmada ele alınan gazların eşdeğerlik katsayıları, H₂S için 1 ve NH₃ için 1.88'dir (Audsley ve ark. 1997, Reinhardt 1997).

Çizelge 2'de, entegre bir yumurta tavuğu kümesinden salınım gösteren gazların asidifikasyon üzerine olan toplam potansiyeli verilmiştir. Şekil 3'de ise küresel ısınma potansiyeline katkıda bulunan gazların katkıları % olarak gösterilmiştir. Çalışma sonucunda asidifikasyon olayına en çok katkıyı % 84 ile amonyak gazı yapmaktadır (Şekil 3). De Boer ve ark. (2003) süt sığırları yetiştiriciliğinde çevresel etki değerlendirmesine yönelik yaptıkları çalışmada, amonyağın asidifikasyon potansiyelinin ortalama % 88 olduğunu bildirmiştir. Elde edilen sonuçlar, kümeslerde amonyak gazının ne kadar yüksek değerlerde olduğunu ve önlem alınması gereken en önemli gazlardan biri olduğunu göstermektedir.

3.2.2. Ötrofikasyon potansiyeli

Ötrofikasyon, sucul ve karasal ekosistemde hayvansal gübrenin ve bitkisel materyallerin üretimindeki istenilmeyen artış olarak tanımlanabilir. Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi yaklaşımında ötrofikasyon kategorisi karasal ve sucul ötrofikasyon olmak üzere ikiye ayrılabilir (EEA 1998, Potting ve ark. 2000). Çeşitli kaynaklardan atmosfere NO_x ve NH₃ emisyonu, ötrofikasyonun gerçekleşmesinde oldukça önemli role sahiptir. Özellikle, karasal ekosistemde, azot en belirleyici besin elementi olduğu için, NO_x ve NH₃ birikimleri karasal ötrofikasyon olayının en önemli bileşenleridir (Potting ve ark. 2000).

Yaşam döngüsü değerlendirme yönteminde, ötrofikasyon potansiyeli, NO₃ eşdeğerliği ile ifade edilmektedir. Bu

eşdeğerlikte, ötrofikasyona katkıda bulunan bütün gazlar belirli katsayılar ile çarpılarak NO₃ değerine çevrilmektedir. Ötrofikasyon potansiyeline NH₃ ve N₂O gazlarının katkılarını belirlemek amacıyla NH₃ için 3.64 ve N₂O için 1.35 eşdeğerlik katsayıları kullanılmaktadır (Weidema ve ark. 1996).

Çalışmada entegre bir yumurta tavuğu işletmesinin ötrofikasyon potansiyeli ve bu potansiyele katkıda bulunan gazların katkıları Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen gazlardan NH₃, ötrofikasyona en fazla katkıda bulunmuştur. İncelenen bir diğer gaz olan N₂O'nun ötrofikasyona katkısı % 14 olarak belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen bu değerler Basset-Mens ve ark. (2005) ile Cederberg ve Mattson (2000)'nun çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Basset-Mens ve ark.(2005), Yeni Zelanda'da süt sığırları işletmelerinde, süt üretimini yaşamsal döngü değerlendirmesi yöntemine göre inceleyerek çevresel etki değerlendirmesi yapmışlardır. Süt üretimi yaşam döngüsü içerisinde, ötrofikasyona en fazla katkıyı NH₃ (% 82) yapmıştır. Ötrofikasyon potansiyeline N₂O'nun katkısı % 18 olarak hesaplanmıştır.

3.2.3. Küresel ısınma potansiyeli

Hayvansal üretim işletmelerinde küresel ısınma potansiyelinin değerlendirilmesinde üç önemli sera gazı, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) ele alınır. Bu gazlar ısınımın özelliklerine sahip olmasından dolayı sera etkisi oluşturarak yeryüzünün ısınmasında rol oynarlar. Oluşan bu ısınma iklim değişimlerine yol açmakta ve küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır (Thomassen ve De Boer 2005). Hayvancılık işletmelerinin küresel ısınma potansiyeline katkısının belirlenmesinde, barınaktaki hayvan ve gübresinden kaynaklanan metan (CH₄) emisyonu, barınak iç ortamındaki ve depolama yapılarındaki gübre, hayvanların merada otlatılmasından ve hayvansal gübrenin araziye uygulanmasından kaynaklanan diazot monoksit (N₂O) gazının emisyonu göz önüne alınır (Thomassen ve De Boer 2005). Hayvancılık işletmelerinde metan, anaerobik koşullar altında, gübrenin fermentasyonu ve ayrışımı ile oluşur (Monteny ve ark. 2001). Diazot monoksit ise hayvansal gübre ile gübrenin uygulandığı tarım arazilerinden kaynaklanmaktadır (Oenema ve ark. 2000).

Küresel ısınma potansiyeli yaşam döngüsü değerlendirme yönteminde, karbondioksit (CO₂) eşdeğerliği ile hesaplanmaktadır. Buna göre küresel ısınmaya etkiye bulunan gazların karbondioksit eşdeğerlik katsayıları Thomassen ve De Boer (2005)'de belirtildiği gibi karbondioksit (CO₂) için 1, metan (CH₄) için 21, diazot monoksit (N₂O) için 310 olarak alınmıştır.

Şekil 3'de görülebileceği gibi incelenen işletme için metan (CH₄) gazının, işletmenin küresel ısınma potansiyeline en fazla katkıda bulunan gaz olduğu belirlenmiştir. Küresel ısınma potansiyeline katkı sıralamasında metandan sonra diazotmonoksit (N₂O) ve karbondioksit (CO₂) gelmektedir (sırasıyla % 28 ve % 25). Elde edilen sonuçlar Hospido ve ark.(2003)'nın, geleneksel ve organik yöntemlerle üretim yapan süt sığırları işletmelerinde yaptıkları çalışma ile paralellik bulunduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra yapılan çalışma, Cederberg ve Mattson (2000) ile De Boer (2003) çalışmalarıyla uyum göstermektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Yumurta tavukçuluğu işletmelerinde gerçekleşen ve çevre üzerinde önemli derecede baskı oluşturan temel kirletici kaynaklar, hayvanların metabolizmaları sonucu ortaya çıkan atıklar ve ölü hayvanlardır. Hayvansal üretim işletmelerinin gübre ve ölü hayvan gibi temel kirletici kaynaklarına karşı uygulayacakları işletim sistemleri ve çeşitli önlemler ile hayvansal üretimin çevre üzerine olan etkileri en aza indirilebilecektir. Kümes iç ortam havasında bulunan, başta amonyak olmak üzere diğer gazların zararlı olabilecek düzeye gelmesinin önlenmesi için gerekli tüm önlemler gübre işletimi ve bakım-yönetim işlemleriyle sağlanabilir. İç ortamda zararlı gaz oluşumunun temel nedeni gübre ve kümesteki tavukların metabolik faaliyetleridir. Kümes içi ortamının hava kalitesinin iyileştirilmesi, gübre temizliğinin düzenli olarak yapılmasına ve havalandırma sisteminin uygun olarak planlanması ile gerçekleştirilebilir (Choiniere ve Munroe 1997).

Gerek barınak içerisindeki çeşitli gaz konsantrasyonlarının, gerekse barınaktan dış ortama olan gaz salımlarının nedeni, gübrenin oluşumu ve devamında gübre içerisinde meydana gelen organik aktivitelerdir. Gübre bulunduğu ortamdaki gaz konsantrasyonlarını artırırken, depolandığı ünitelerde ise çeşitli mikroorganizmaların neden olduğu reaksiyonlar ile ayrışması ve parçalanması nedeniyle atmosfere doğru gaz salımları gerçekleştirir. Bu nedenle, gübrenin çevre üzerine olan olumsuz etkilerini en aza indirgeyebilecek uygun gübre işletim sistemleri ile alternatif gübre değerlendirme uygulamaları, çevresel etki değerlendirme kapsamında incelenerek yaşama geçirilebilmelidir. Gübrenin oluşumunda etken olan, hayvan metabolizmasıyla sindirilen yemlerin rasyonlarında çevre üzerine olan olumsuz etkiler açısından sorumluluk sahibidir. Gübreden kaynaklanan gaz konsantrasyonlarının ve salımlarının azaltılabilmesi amacıyla yem rasyonunda düzenlemeler yapılması olumlu sonuçlar sağlayacaktır.

Yaşam döngüsü değerlendirmesinin bu aşamasında, yumurta tavukçuluğu işletmesinden kaynaklanan tavuk gübresi ve ölü tavukların çevreye olası etkileri farklı yönlerden analiz edilerek en uygun işletim sistemi ya da değerlendirme yöntemi belirlenmeye çalışılmaktadır.

Tavuk gübresi, yem, tüy, kırık ya da kabuksuz yumurta ve çeşitli büyüklükteki partiküler maddeleri içermektedir. Tavuk gübresinin, bitki gübresi, yem ve biyogaz olarak kullanımı söz konusudur. Kirletici özelliğe sahip olan ve çevre için sorun oluşturan tavuk gübresinin doğaya yararlı hale getirilmesi için, gübre özelliklerine uygun bir şekilde depolanmalı ve nem içeriği azaltılmalıdır (Ruffin ve McCaskey 1990, Erensayın C. 1992, Council for Agricultural Science and Technology 1995, Demirulus ve Aydın 1996).

Çalışma kapsamında incelenen yumurta tavuğu işletmesinde, üretim sonucu ortaya çıkan tavuk gübresi bir konveyör aracılığı ile kafes altlarındaki gübre bantlarından alınıp, dış ortamdaki araca taşınmaktadır. Araca alınan gübre, doğrudan bitkisel üretimde kullanılmak üzere çiftçilere pazarlanmaktadır. Böylece, işletme içerisinde gübre depolanması söz konusu olmayıp gübrenin olgunlaşması sırasında salım gösteren zararlı gazların emisyonu gerçekleşmemektedir. Ancak kümes içerisinde kafes altlarındaki gübre bantlarında toplanan gübreler, kullanılan kafes sisteminin gübre kurutmalı özellikte olmasından dolayı gübrenin kurumması sırasında kümes iç ortamına zararlı gazlar salınmaktadır. Kümes içerisinde uygulanan havalandırma sonucu iç ortamdaki gazların dış ortama emisyonu gerçekleşmekte olup bu emisyon değerleri

Çizelge 1’de verilmiştir. Üretim sonucu ortaya çıkan gübrenin işletme içerisinde depolanmadan pazarlanması, işletmenin çevresel etkisi açısından olumlu bir uygulamadır.

Tavuk yetiştiriciliğinin çevre üzerine olumsuz etkiler yapan en önemli sorunlarından bir diğeri de ölü tavukların yok edilmesi veya zararsız hale getirilmesidir. Ölü tavukların imhasında kullanılan başlıca yöntemler gömme, yakma, parçalama, kompost, rendering ve yem amaçlı kullanmadır. Ayrıca, ölü tavuklar işlenerek yağ içeriği yüksek sıvı ürünlere dönüştürülebilir. Bu sıvılar daha sonra tavuk yetiştiriciliğinde kullanılan yağ ve protein içeriği zengin granüller yem üretiminde kullanılabilir (Donald ve Blake 1990, Parsons ve Ferket 1990, Conner ve ark. 1992, Koru 1995, Blake 2004, Yılmaz-Dikmen ve Şahan 2005).

Çalışmada incelenen işletmede, ölü tavuklar işletme sahasında bulunan imha fırınında yakılarak yok edilmektedir. Ayrıca, ölü tavuklarda hastalık şüphesi görülmesi durumunda otopsi yapılmaktadır. Ölü tavukların yakılarak yok edilmesi yönteminde, yakma işlemi özel olarak imal edilmiş imha fırınlarında gerçekleştirilir. Yakma fırınları, fırından çıkan dumanın işletmeyi ve komşu işletmeleri rahatsız etmeyecek şekilde işletme içerisindeki uygun bir yere yerleştirilmelidir. Ölü tavukların yakılması, hastalıkların yayılma riskini önler ve kalan atıklar su kalitesi ile ilgili problemlere neden olmaz. Ancak, yakma işlemi sırasında çevreye koku yayılabileceği için diğer yöntemlere oranla daha fazla soruna neden olabilirler. Çalışma kapsamında incelenen işletmenin ölü tavuklar için uyguladığı imha yöntemi yukarıda belirtildiği gibi çevresel açıdan bir kaç olumsuz özelliğe sahiptir. Ayrıca, ölü tavuk karkaslarının işletmeden uzaklaştırılması, işletme hijyeni ve çevrecilik açısından önemli olduğu kadar sahip olduğu yüksek protein içeri bakımından da ekonomik bir öneme sahiptir. Bu nedenle ölü tavukların doğrudan yakılması ya da gömülmesi gibi hem çevresel anlamda hem de değerli bir ürünün ekonomik anlamda değerlendirilememesi açısından yararlı olmayan yöntemlerdir. İncelenen işletmenin ölü tavuklar için kullandığı mevcut imha yöntemi yerine ölü tavukların ekonomik ve çevresel anlamda değerlendirilebileceği rendering ya da kompostlaştırma yöntemleri önerilebilir. Rendering işlemleri ile kanatlıların ve diğer hayvanların yenilemeyen dokuları işlenerek, hayvanlar için besin değeri yüksek yem ham maddeleri haline getirilir. Kompostlaştırma yönteminde, yararlı mikroorganizmaları kullanarak ekonomik ve biyolojik olarak güvenli, kokusuz ve toprağın yapısını düzeltici besin maddesi olarak kullanılacak bir ürün elde edilir.

Kaynaklar

- Audsley A, Alber S, Clift R, Cowell S, Crettaz R, Gaillard G, Hausheer J, Joliet O, Kleijin R, Mortensen B, Pearce D, Roger E, Teulon H, Weidema B, Van Zeijts H (1997) Harmonisation of life cycle assessment for agriculture. Final report, Concerted Action AIR3-CT94-2028, European Commission DG VI, Brussels, Belgium.
- Basset-Mens C, Werf VD HMG (2003) Environmental assessment of contrasting pig farming systems in France. Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector Proceedings from the 4th International Conference, October 6-8, Bygholm, Denmark.
- Basset-Mens C, Ledgard S, Carran A (2005) First life cycle assessment of milk production from New Zealand dairy farm systems. Ecological Economics in Action, December 11-13, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Blake JP (2004) Methods and Technologies for handling mortality losses, World Poultry Science 60 (4): s.489-499.

- Cederberg C, Mattsson B (2000) Life cycle assessment of milk production - a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production* 8: 49–60.
- Choiniere Y, Munroe AJ (1997) Air quality inside livestock barns. Ministry of Agriculture and Food, AGDEX 400/717, Factsheet, Ontario.
- Conner DE, Blake JP, Donald JO, Kolroko JI (1992) Composting poultry carcasses. *Microbiological Safety in Proceedings National Poultry Waste Management Symposium*, pp. 418-423.
- Consoli F (1993) Guidelines for Life Cycle Assessment: A code of practice. Sesimbra: SETAC.
- Council for Agricultural Science and Technology (1995). *Waste Management and Utilization in Food Production and Processing*. Council for Agricultural Science and Technology, 4420 West Lincoln Way, Ames USA.
- De Boer IJM (2003) Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science*, 80: 69–77.
- De Boer IJM, Iepema G, Thomassen MA (2003) Environmental impact assessment at commercial dairy farms. 4th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector Proceedings., October 6-8, 2003, Bygholm, Denmark.
- Demirulus H, Aydın A (1996) Tavukçuluk artık ve atık maddelerinin işlenerek çevre kirliliğinin azaltılması. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 19:s. 22-26.
- Donald JO, Blake JP (1990) Dead poultry composter construction. In: *Proceeding National Poultry Waste Management Symposium*, pp. 38-44.
- EEA (1998) *Europe's Environment: The Second Assessment*. EEA, Copenhagen.
- EEA (2001) *Environmental Signals (2001) EEA Regular Indicator Report*. EEA, Copenhagen.
- Erensayın C (1992) *Tavukçuluk Kitabı Cilt I ve 2* Ankara.
- Fabbri C, Valli L, Guarino M, Costa A, Mazzotta V (2007) Ammonia, methane, nitrous oxide and particulate matter emissions from two different buildings for laying hens. *Biosystems Engineering*, 97 (4): s.441-455.
- Hospido A, Moreira MT, Feijoo G (2003) Simplified Life cycle assessment of galician milk production. *International Dairy Journal*, 13: s.783–796.
- Iepema G, Pijenburg J, (2001) *Conventional Versus Organic Dairy Farming. A Comparison of three Experimental Farms on Environmental Impact, Animal Health and Animal Welfare*. MSc thesis, Animal Production Systems Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Kılıç İ, Şimşek E (2003) Kümes içi çevre koşullarının tavuklar için önemi ve kontrolü. GAP III. Tarım Kongresi 02-03 Ekim 2003, Şanlıurfa.
- Kocaman B, Esenbuga N, Yıldız A, Laçın E, Macit M (2006) Effect of environmental conditions in poultry houses on the performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 5 (1): s.26-30.
- Koru İC (1995) *Kanatlılar için Rendering Ürünleri*. National Renderers Association, No:1995-6.
- Monteny GJ, Groenestein CM, Hilhorst MA (2001) Interactions and Coupling between emissions of methane and nitrous oxide from animal husbandry. *Nutrient Cycling Agroecosystem*, 60: s. 123–132.
- Oenema O, Verdoes N, Koerkamp PWG, Bannink A, Van Der Meer, H G, Van Der Hoek, K W (2000) *Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mes-topslagen*. Alterra, Research Institute Voor De Groene Ruimte, Rapport 107, Wageningen.
- Parsons J., Ferket PP (1990) *Alternative Dead Bird Disposal Methods Central Pick-up and Fermentation* Camiine State Univ.; (7-20).
- Potting J (Ed.), Beusen AHW, Øllgaard H, Hansen OC, De Haan B, Hauschild M, (2000) *The Danish LCA methodology project. Technical report chapter on aquatic eutrophication, method development and consensus project*. Department of Manufacturing Engineering and Management, Technical University of Denmark, Lyngby.
- Reinhardt GA, (1997) *Bilanzen uber die gesamten Lebenswege*. In Kaltschmitt, M, Reinhardt GA (Eds.), *Nachwachsende energieträger—Grundlagen, Verfahren, Ökologische Bilanzierung*. Verlag Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden.
- Ruffin BG and TA McCaskey (1990) *Broiler litter can serve as a feed ingredients for beef cattle*. *Feedstuffs* 62 (15):13.
- Thomassen M, (2003) *Life cycle assessment at commercial organic dairy farms. Comparison of three methodologies: LCA, ecological footprint-analysis and an adjusted nutrient balance*. MSc.Thesis, Animal Production Systems Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Thomassen MA, De Boer IJM (2005) *Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy production systems*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 111: 185–199.
- Tukker A (2000) *Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment*. *Environmental Impact Assessment* 20: 435–456.
- Weidema BP, Morteson B, Nielsen P, Hauschild M, (1996) *Elements of an impact assessment of wheat production*. Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Denmark.
- Yılmaz-Dikmen B, Şahan Ü (2005) *Tavukçuluk atıklarını değerlendirmede mevcut uygulamalar*. IV.GAP Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005 Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa, Türkiye, s. 681-1688.