



The Effect of Feeding on Environmental Pollutant Emissions in Broiler Production[#]

Özgün Işık^{1,a,*}, Figen Kırkpınar^{2,b}

¹Ödemiş Vocational School, Ege University, 35750 Ödemiş/İzmir, Turkey

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ege University, 35040 Bornova/İzmir, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 1th International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 20/11/2019 Accepted : 19/12/2019</p> <p>Keywords: Broiler Emission Environmental pollution Nitrogen Phosphorus</p>	<p>Environmental pollution is defined as the disruption of normal ecological balance with emission of various substances and energy residues as a result of human activities. Animal production is one of the major human activity that enables this emission to increase significantly. Although ruminants play an important role in the effects of animal production on environmental pollutant emissions, the effects of poultry production and broiler production are also worth considering. As in all livestock types, the main factor that has a direct impact on environmental pollutant emissions is feeding for this animal types too. High nutrient needs of broilers and production processes of feed containing these nutrients; greenhouse gas causes increased nitrogen and phosphorus emissions; consequently, they cause air, soil and water pollution to multiply. Changes in protein and amino acid levels or the use of certain feed additives in feeds affect the emission value of broiler production. In addition, the feeding methods also has an effect on these emission values. When these effects are taken into consideration, it is possible to reduce the emission values in broiler production. In this review, environmental effects of broiler nutrition examined in terms of feed production, nutrient emission by manure, presentation of feed and feed form.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1): 234-238, 2020

Etlik Piliç Üretiminde Beslemenin Çevre Kirleticisi Emisyonlar Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makale</i></p> <p>Geliş : 20/11/2019 Kabul : 19/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Azot Çevre kirliliği Emisyon Etlik piliç Fosfor</p>	<p>Çevre kirliliği; çeşitli madde ve enerji artıklarının insan faaliyetleri sonucu etrafa yayılması (emisyonu) ve normal ekolojik dengenin bozulması olarak tanımlanır. Hayvansal üretim, bu emisyonun önemli derecede artmasını sağlayan ve ilk sıralarda yer alan insani faaliyetlerden bir tanesidir. Ruminantlar, hayvansal üretimin çevre kirleticisi emisyon üzerine olan etkilerinde önemli bir paya sahip olmakla beraber; kanatlı hayvan yetiştiriciliğinin ve bunun içerisinde etlik piliç üretiminin etkileri de dikkate alınmaya değerdir. Tüm hayvancılık alanlarında olduğu gibi bu alanda da çevre kirleticisi emisyon üzerine doğrudan etki eden temel etmen beslemedir. Etlik piliçlerin yüksek düzeydeki besin madde ihtiyaçları ve bu besin maddelerini içeren yemlerin üretim süreçleri; sera gazı, azot ve fosfor emisyonunun artmasına neden olurken; buna bağlı olarak da hava, toprak ve su kirliliğinin çoğalmasına yol açarlar. Yem ham protein ve amino asit düzeylerinde değişimlerin yapılması veya bazı yem katkı maddelerinin kullanılması, etlik piliç üretiminden kaynaklanan emisyon değerini etkilemektedir. Bunun yanında yemlerin hayvana sunulmuş şekillerinin de yine bu emisyon değerleri üzerine etkisi bulunmaktadır. Bu etkiler dikkate alındığında etlik piliç üretiminden kaynaklanan emisyon değerlerinin azaltılması mümkün gözükmemektedir. Bu derlemede, etlik piliçlerin beslenmesinin çevre üzerine etkileri; yem üretimi, gübre ile besin madde salınımı, yemin sunulduğu ve formu ile emisyonun ilişkisi yönünden irdelenmiş; bunlara paralel olarak da çözüm önerileri verilmiştir.</p>

^aozgun.isik@ege.edu.tr ^b<https://orcid.org/0000-0003-2336-183X> | ^afigen.kirkpinar@ege.edu.tr ^b<https://orcid.org/0000-0002-2018-755X>



Giriş

Çevre kirliliği; hava, su ve toprak gibi ortamlardaki doğal dengenin; insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan madde ve enerji artıklarıyla olumsuz yönde bozulması olarak tanımlanmaktadır (Karaman, 2006). Çevre kirliliğinin en iyi bilinen nedenlerinden biri sera gazlarıdır. Sera gazları, küresel ısınmayı artıran, doğal bir şekilde veya insan faaliyetleri sonucu oluşan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve nitrojendioksit (NO₂) gibi gazlardır (IPCC, 1996; Johnson, 2007). Sera gazları dışında çeşitli formlarda azot, fosfor ve bazı iz elementler de insan faaliyetleri ile çevreye salınmakta; bu durum hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Hayvansal üretim de çevreye önemli derecede olumsuz etkileri olan insan faaliyetlerinden sadece bir tanesidir. Örneğin, ruminantlar enterik fermantasyon ile ürettikleri metan gazı nedeniyle hayvansal üretim kaynaklı sera gazı emisyonuna birinci derecede etki etmektedirler (hayvansal üretim kaynaklı sera gazı emisyonunun %65'i) (Stevens ve Hume, 1995; Monteny ve ark., 2005; Power ve Angel, 2008). Kanatlı hayvan yetiştiriciliği de her ne kadar göz ardı edilse de sera gazlarının salınımına neden olmaktadır (Wang ve Huang, 2005). Hayvansal üretime bağlı sera gazı salınımının %8'i tavuk yetiştiriciliğine (etlik piliç ve yumurtacı tavuk) bağlıdır ve bu payın 2/3'ü ise etlik piliç üretiminden kaynaklanmaktadır (Gerber ve ark., 2013). Dünya genelinde, etlik piliç üretimi 2005-2015 yılları arasında %18 artmıştır ve bu artışın gelişmekte olan ülkelerdeki et tüketiminin yükselmesine bağlı olarak daha da ivmelenmesi beklenmektedir (OECD/FAO, 2015; Sharma ve ark., 2017). Bu duruma paralel olarak, etlik piliç üretiminin çevreye olan etkilerinin de artış göstereceği düşünülmektedir. Konvansiyonel etlik piliç üretimi, kullanılan genotiplerin yemden yararlanma yeteneklerinin iyi olması nedeniyle sera gazı emisyonu açısından en düşük etkiye sahip üretim dalıdır (Gerber ve ark., 2013; Cesari ve ark., 2017). Ancak, etlik piliç üretiminin çevreye olan etkileri bakımından sadece sera gazı emisyonu üzerine odaklanmak yetersizdir (Tallentire ve ark., 2017). Kullanılan yemlerin yüksek besin madde içeriğine sahip olmasından dolayı, etlik piliç üretiminin azot ve fosfor kaynaklı su ve toprak kirliliğine neden olduğu bildirilmektedir (Sutton ve ark., 2008; Boggia ve ark., 2010; Tallentire ve ark., 2017). Bu etkilerin azaltılması için düzenleyici otoriteler tarafından yapılan baskılar yasal mevzuatlarla birlikte artmaktadır (Ferket ve ark., 2002). Williams ve ark., (1999)'a atfen Ferket ve ark., (2002), hayvansal üretimden kaynaklanan bu emisyon değerlerini azaltmak için; hayvansal üretimin azaltılması, besin değeri taşıyan hayvansal artıkların ihtiyaç olan bölgelere aktarılması, minerallerin geri dönüştürülerek tekrar yemlerde kullanılması, hayvansal gübrenin etkili bir biçimde bitkisel üretimde kullanılması ve hayvan yemlerinde bulunan besin maddelerinin etkinliğinin geliştirilmesi şeklinde beş adet öneri belirtmiştir.

Bu derlemede etlik piliç üretiminden kaynaklanan çevre kirletici emisyon üzerine beslemenin etkisi ve besleme stratejileri ile bu emisyon değerlerinin azaltılmasına yönelik önerilere yer verilmiştir.

Etlik Piliçlerin Beslenmesi ve Çevre Emisyonu ile İlişkisi

Etlik piliç üretiminde yetiştirme sistemleri, besleme uygulamaları, yemlerin hazırlanması ve gübre yönetimi; çevre kirletici emisyon üzerine etkilidir. Yetiştirme sistemleri arasında, barınak, refah düzeyi ve hayvanların beslenmesi yönünden farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar çevre kirletici emisyon üzerine de etkilidir. Ekstansif olarak yapılan tavukçulukta; ölüm oranlarının yüksek olması, düşük yem kalitesi, kötü yemden yararlanma oranı, düşük kaliteli yemlerin kullanılması ve yavaş büyüme gibi etkilerden dolayı; emisyon değerleri oransal olarak daha yüksektir (Gerber ve ark., 2013). Nijdam ve ark. (2012); yetiştirmede refah düzeyini artırmanın (örneğin free-range yetiştirme sistemleri) domuz, kanatlı ve deniz ürünlerinde çevre emisyon değerlerini artırdığını ifade etmişlerdir. Ancak, organik üretim sisteminin, LCA (Life Cycle Assessment, yaşam döngüsü değerlendirme sistemi) kullanılarak yapılan araştırmalarda konvansiyonel ve label-rouge (kırmızı etiket) sistemlerinden daha iyi emisyon değerleri verdiği belirtilmiştir (Boggia ve ark., 2010). Yemlerin hayvanlara sunulmadan önce geçirdiği aşamalar, yemin sunumu, fiziksel özellikleri ve gübre ile atılan besin maddelerinin de çevre üzerine etkileri mevcuttur.

Etlik piliç üretiminde; sera gazı emisyonu %55 oranında (karbon dioksit ve azot dioksit) yemlerin üretimine; %6,4 oranında gübre yönetimine (azot dioksit ve metan) bağlı oluşmaktadır (Gerber ve ark., 2013). Yemlerin hazırlanması, hammaddelerin yetiştirilmesi, taşınması ve işlenmesi gibi genel aşamalardan oluşmaktadır. Yemlerin üretiminde kullanılan enerji kaynakları ve bitkisel hammaddelerin yetiştirilmesinde kullanılan kimyasal gübreler; karbon dioksit ve azot dioksit gibi sera gazlarının çevreye salınımına neden olmaktadır. Örneğin, etlik piliçlerin yüksek protein ihtiyaçlarını karşılamak için büyük oranda soya küspesi kullanılmaktadır. Soya üretimi ise etlik piliç üretiminden kaynaklanan sera gazı salınımının %21,1'ine neden olmaktadır (Gerber ve ark., 2013). Bu konu; hayvan besleme bilimi ile ne kadar ilişkisiz gözükse de üretim sürecinin tamamı ele alındığında birbiriyle dolaylı olarak bağlantılı olarak yorumlanabilir. Hem yemlerin üretiminden (tarladan kümese), hem de bu yemlerin sindirilemeyen kısmı olan gübreden kaynaklı sera gazı emisyonunu azaltmak besleme uygulamaları ile mümkündür.

Çevre Kirletici Besin Maddeleri

Hayvanların yemi tüketmeden önceki evrede oluşan çevre kirletici etmenlerin yanında yem tüketiminin sonucu oluşan gübre ile de çevreye bazı kirletici maddelerin salınımı söz konusudur. Gübre, temel olarak idrar ile dışkıdan bir karışımdır. Bu karışım sindirilemeyen besin maddelerini (karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve mineraller), iç salgılar (müsinler, enzimler, mukoza parçaları gibi) ve sindirim kanalındaki mikroflora ile bunların metabolitlerini içermektedir (Sutton ve ark., 1999; Nahm, 2002; Sharma ve ark., 2017).

Hayvanlar tarafından üretilen gübre; işleme, taşıma ve uygulama gibi aşamalardan geçmektedir. Bu aşamaların çevre kirleticilerin emisyonu üzerine etkisi az gibi görünse de atık hayvan gübrelere kaynağından farklı bölgelerde kullanılması ile; azot, fosfor ve bazı iz elementlerin daha geniş alanlarda çevre kirleticisi etkileri ile karşılaşılması söz konusudur (Ferket ve ark., 2002). Bu açıdan bakıldığında, yer altı suları, hava ve toprak kirliliği küreselleşmektedir. Hayvansal üretim kaynaklı azot salınımının yer altı ve yer üstü sularının kalitesine etki etmekte ve asit yağmurlarına neden olmaktadır (Ferket ve ark., 2002). Azotlu maddelerin gübre ile çevreye salınımı konusunda yemlerin ham protein düzeyi ve yemlerin amino asit kompozisyonları üzerinde durulmaktadır (Power ve Angel, 2008). Yapılan bir çalışmada, etlik piliçlerin yem ham protein düzeyinin %2 düşürülmesi ile gübre ile atılan azotun %18 azaltılabileceği belirlenmiştir (Ferguson ve ark., 1998). Blair ve ark., (1999), yetiştirme dönemindeki etlik piliçlerin amino asit ihtiyaçlarının eksiksiz karşılandığı çalışmalarında, %18 ve %21 arasında ham protein içeren karma yemler kullanmışlar ve performans değerlerinde bir farklılık oluşmadan azot emisyonunun protein düzeyindeki azalmaya bağlı olarak %20 oranında düştüğünü belirtmişlerdir. Angel ve ark. (2006a); yaptıkları çalışmada, etlik piliçlerde yaşa göre değişen 4 aşamalı (sentetik metiyonin ve lizin içeren karma yemler kullanılmıştır) ve 6 aşamalı (sentetik metiyonin, lizin, arginin, triptofan, valin ve izolosin içeren karma yemler kullanılmıştır) yemleme programlarını azot emisyonu açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmada her iki yemleme programındaki aşamalarda, yaşlara bağlı olarak yemlerin ham protein düzeyleri, hayvanların ihtiyaçları doğrultusunda azaltılmıştır. Çalışma sonucunda 6 aşamalı yemleme programında azot tüketiminin %5,1 ve gübre ile atılan azot miktarının %16,6 azaldığı saptanmıştır. Elwinger and Svensson (1996), %18, %20 ve %22 düzeylerinde ham protein içeren farklı karma yemler ile beslenen etlik piliçlerin altlık materyallerinden kaynaklanan amonyak emisyonunun; yemin protein oranındaki artışa paralel olarak arttığını belirlemişlerdir. Buna ek olarak, düşük ham proteinli karma yemlere amino asitlerin hidroksi-analoglarının veya keto asitlerinin ilave edilmesinin gübre yolu ile oluşan azot emisyonunu azalttığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2006). Karma yeme bazı yem katkı maddelerinin ilavesinin de azot emisyonunu azalttığı düşünülmektedir. Ahmed ve ark (2014); karma yeme probiyotik olarak *Bacillus amyloliquefaciens* (1, 5, 10 ve 20 g/kg) ilave ederek, gübrede *E. coli*, amonyak ve hidrojen sülfür emisyonunun azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Karma yeme zeolit ilavesinin, amonyak emisyonunu azalttığı da bildirilmektedir (Amon ve ark., 1997). Bunun yanında, karma yeme çinko oksit veya çinko sülfat (500, 1000, 1500 ppm) ilavesinin ise gübredeki bakteriyel faaliyeti durdurarak toplam azot salınımını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Kim ve Patterson, 2004).

Fosfor, sucul bitkiler için sınırlayıcı bir besin maddesidir. Fosfor miktarının artışı sucul bitkilerin sayısını hızla artırmaktadır. Bu bitkiler öldüğünde, sudaki bakteriler tarafından parçalanmaktadır ki bu durum oksijen miktarını azaltmaktadır. Bu durum diğer sucul canlıların ölmesine neden olmakta bu da ötrofikasyon olarak tanımlanmaktadır (Borgos ve Borgos, 2006).

Etlik piliç üretiminden kaynaklanan fosfor atılımının azaltılması bazı beslenme düzenlemeleri ile mümkündür. Yemlerde bulunan fitat şeklindeki fosforun yararlanılabilirliği oldukça düşüktür. Ayrıca fitik asit bağlandığı mineral ve proteinlerin de yararlanılabilirliğini düşürebilmektedir. Yemlere fitaz ilavesinin fosfor yararlanılabilirliğini arttırmaya ve gübre kaynaklı fosfor kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Erkek ve Ünlü, 2003). Martinez-Amezcu ve ark., (2006), karma yemlere 1000-10000 FTU/kg fitaz enzimi ile birlikte %3 sitrik asit ilavesinin damıtılmış mısırdaki bulunan fosforun yararlanılabilirliğini artırdığını belirtmişlerdir. Karma yemde vitamin D₃ veya 25-OH-D₃ (1000-2000-4000 IU/kg), 1000 FTU/kg fitaz enzimi ile birlikte kullanıldığında, etlik piliçlerin performans veya kemik mineralizasyonunu etkilemeden yemde fosfor kullanımının ve gübre ile fosfor atılımının azaltılabileceği bildirilmiştir (Fritts ve Waldroup, 2005). Aynı şekilde Angel ve ark., (2006b), yeme 70 µg/kg 25-OH-D₃ ilave edilerek etlik piliçlerin performans verimlerini olumsuz yönde etkilemeden yemdeki fosfor oranının düşürülebileceğini ve çevre kirleticisi olan suda çözünebilir fosforun atılımının azaltılabileceği sonucuna varmışlardır. Smith ve ark (2004), yemde normal mısır yerine fitaz enzimi ile beraber yüksek yararlanılabilir fosfor içeren mısır genotipleri kullanıldığında, suda çözünebilir fosfor atılımının önemli ölçüde azaltılabileceğini ifade etmişlerdir. Azot ve fosfordan farklı olarak çinko ve bakır gibi metaller toprak erozyonu olmadıkça suya geçmemektedir. Bunun yanında bitkisel ürünlerin hasat edilmesiyle uzlaşan çinko ve bakır dışında bu metaller toprakta birikmektedirler. Hayvansal gübre ile toprağa geçen bu elementler zamanla bitkisel üretimin sürdürülebilirliğini azaltmaktadır. Dolayısı ile bu elementlerin karma yemlerdeki miktarı hayvanların ihtiyaç seviyesi üzerinde olmamalıdır (Ferket ve ark., 2002).

Yemin Sunumunun ve Fiziksel Özelliklerinin Çevre Kirleticisi Emisyon Üzerine Etkileri

Yemlerin hayvan tarafından tüketilememesi nedeniyle bir atık oluşturması, besin maddelerinin doğrudan çevreye olumsuz etkide bulunmasına neden olmaktadır. Yemliklerin aşırı doldurulması, yemlik seviyelerinin yere çok yakın olması ve iyi tasarlanmamış yemliklerin kullanılması yemlerin kullanılmadan atık olarak çevreyi kirlitmesine sebep olmaktadır. Bu durumda besin maddelerinin kendileri çevre kirleticisi etkide bulunacakları gibi altlıkta bulunan mikrofloranın bu besin maddelerini sindirerek oluşturdukları ikincil kirleticilerin de çevreye salınımı söz konusudur (Beyer ve ark., 2001; Ferket ve ark., 2002). Yemlerin partikül büyüklüğü ve yapıları da çevre kirleticilerin emisyonu bakımından önem taşımaktadır. Yemlerin, iyi bir şekilde öğütülmesi ve peletlenmesi, yemin değerlendirilebilirliğini artırarak besin maddelerinin atılımını azaltmaktadır. Partikül büyüklüğünün azaltılması yemlerin yüzey alanını genişleteceğinden sindirim enzimlerinin daha etkili olmasını sağlamak ve yemin sindirilebilirliğini artırmaktadır. Benzer şekilde yemin peletlenmesi yemin sindirilebilirliğini artırmakta (antibesleme faktörlerinin denatüre olması, nişasta jelatizasyonu gibi nedenlerden), yemlerin hayvanlar tarafından altlığa saçılmasını engellemektedir (Wondra ve

ark, 1995; Nahm 2002; Ferket ve ark., 2002). Böylelikle yem kaybı engellenmekte ve çevreye olan kirletici besin madde salınımı azalmaktadır.

Altılık Materyalinde Gerçekleşen Biyoyıkım ve Çevre

Unutulmamalıdır ki, yukarıdaki başlıklarda verilen gübre ve yem içerisinde bulunan besin maddeleri öncelikle altılığa karışmaktadır. Altılık materyalinin kendisi, yem, bağırsak mikroflorası ve diğer çevre unsurlarından gelen altılık mikroorganizmalarının biyoyıkıma uğrattıkları bu besin maddeleri; hayvanların ve insanların sağlığına (öncelikle mukozaya ve solunum yollarına) zarar veren amonyak, hidrojen sülfid, dimetil sülfid, dimetil disülfid, dimetil trisülfid metil merkaptan gibi gaz formunda olan ikincil metabolitler ile çevre kirletici etkilerde bulunmaktadır (Wadud, 2011; Sharma, 2017). Altılığa gerçekleşen biyoyıkım sonucunda nitroz oksit (N₂O) ve metan (CH₄) gibi gazların açığa çıkarak sera gazı emisyonunu da artırdığı bildirilmektedir (Wang ve Huang, 2005; Verge ve ark., 2009; Wang ve ark, 2017).

Sonuç ve Öneriler

Etlik piliç üretiminin çevre kirletici emisyon üzerine bir takım etkileri mevcuttur. Bu etkiler yemlerin üretiminin sera gazı emisyonunu artırması şeklinde veya gübre ile atılan bazı besin maddelerinin su ve toprak kirliliğine yol açması şeklinde gerçekleşmektedir. Yemlerin üretimi ve besleme uygulamalarında yapılacak değişiklikler; hayvanların verim performansını etkilemeden; yemlerin üretimine bağlı çevre kirletici etmenleri azaltacaktır. Gübre ile atılan besin maddelerinin çevre kirletici etkilerini azaltmak da doğrudan besleme ile ilişkilidir. Yemlerin hayvanların besin madde ihtiyaçları doğrultusunda hazırlanması gübre ile besin madde atılımını azaltacaktır. Bunun yanında, karma yeme enzim ve probiyotik gibi yem katkıların ilavesi yemin yararlanılabilirliğini artırarak gübre ile çevre kirletici besin maddelerinin atılım düzeyini düşürecektir. Ayrıca zeolit, çinko gibi yem katkı maddeleri de bu konuda olumlu etki yapmaktadır.

Sonuç olarak, çevre kirletici emisyon değerleri beslemede yapılan uygulamalar ile azaltılabilmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında konunun geniş kapsamlı olduğu ve geçmişten günümüze önemini yitirmediği görülmektedir. Etlik piliçlerin beslenmesinde performans parametrelerinin iyileştirilmesinin yanında, bunun çevreye olan etkilerinin göz önünde bulundurulması ve uygun besleme stratejilerinin uygulanması gerekmektedir.

Kaynaklar

Ahmed ST, Islam MM, Mun HS, Sim HJ, Kim YJ, Yang CJ. 2014. Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* as a probiotic strain on growth performance, cecal microflora, and fecal noxious gas emissions of broiler chickens. *Poultry Science*, 93 (8): 1963-1971. DOI: 10.3382/ps.2013-03718.

Amon M, Dobeic M, Sneath RW, Phillips VR, Misselbrook TH, Pain BF. 1997. A farm-scale study on the use of clinoptilolite zeolite and De-Odorase® for reducing odour and ammonia emissions from broiler houses. *Bioresource Technology*, 61(3): 229-237. DOI: 10.1016/S0960-8524(97)00005-9.

Angel R, Powers W, Zamzow S, Applegate T. 2006a. Dietary modifications to reduce nitrogen consumption and excretion in broilers. *Poultry Science*, 85:19 (Özet).

Angel R, Saylor WW, Mitchell AD, Powers W, Applegate TJ. 2006b. Effect of dietary phosphorus, phytase, and 25-hydroxycholecalciferol on broiler chicken bone mineralization, litter phosphorus, and processing yields. *Poultry Science*, 85(7): 1200-1211. DOI: 10.1093/ps/85.7.1200.

Beyer RS, Moritz JS, Wilson KJ, Cramer KR. 2000. The Effect of Feed Processing and Feed Form on Animal Performance. 61st Minnesota Nutrition Conference & Minnesota Soybean Research Council and Promotion Council Technical Symposium; September 19-20, Bloomington, Minnesota. 225-235.

Blair R, Jacob JB, Ibrahim S, Wang P. 1999. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. *Journal of Applied Poultry Research*, 8: 25-47. DOI: 10.1093/japr/8.1.25.

Boggia A, Paolotti L, Castellini C. 2010. Environmental impact evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. *World's Poultry Science Journal*, 66(1): 95-114. DOI: 10.1017/S0043933910000103.

Borgos S and Borgos SA. 2006. Environmental approaches to poultry feed formulation and management. *International Journal of Poultry Science*, 5(10): 900-904. DOI: 10.3923/ijps.2006.900.904.

Cesari V, Zucali M, Sandrucci A, Tamburini A, Bava L, Toschi I. 2017. Environmental impact assessment of an Italian vertically integrated broiler system through a Life Cycle approach. *Journal of Cleaner Production*. 143: 904-911. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.030.

Elwinger K and Svensson L. 1996. Effect of dietary protein content, litter and drinker type on ammonia emission from broiler houses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64: 197-208. DOI: 10.1006/jaer.1996.0061.

Erkek R ve Ünlü HB. 2003. Fitaz enziminin etlik piliçlerin beslenmesinde kullanımı. *Hayvansal Üretim*, 44(2): 10-19.

Ferguson NS, Gates RS, Taraba JL, Cantor AH, Pescatore AJ, Straw ML, Ford MJ, Burnham DJ. 1998. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. *Poultry Science* 77(8): 1085-1093. DOI: 10.1093/ps/77.8.1085.

Ferket PR, van Heugten E, van Kempen TTAG, Angel R. 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *Journal of Animal Science*, 80(2): 168-182. DOI: 10.2527/animalsci2002.80E-Suppl_2E168x.

Fritts CA and Waldroup PW. 2005. Comparison of cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol in broiler diets designed to minimize phosphorus excretion. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(1): 156-166. DOI: 10.1093/japr/14.1.156.

Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, Falcucci A, Tempio G. 2013. Tackling Climate Change Through Livestock – A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. ISBN: 978-92-5-107920-1.

IPCC. 1996. IPCC Second Assessment Climate Change 1995-A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York.

Johnson JMF, Franzluebbers AJ, Weyers SL, Reicosky DC. 2007. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. *Environmental Pollution*, 150(1): 107-124. DOI: 10.1016/j.envpol.2007.06.030.

Karaman S. 2006. Hayvansal üretimden kaynaklanan çevre sorunları ve çözüm olanakları. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2): 133-139.

Kim WK, Froelich Jr. CA, Patterson PH, Ricke SC. 2006. The potential to reduce poultry nitrogen emissions with dietary methionine or methionine analogues supplementation. *World's Poultry Science Journal*, 62(2): 338-353. DOI: 10.1079/WPS2005103.

- Kim WK and Patterson PH. 2004. Effects of dietary zinc supplementation on broiler performance and nitrogen loss from manure. *Poultry Science*, 83(1): 34-38. DOI: 10.1093/ps/83.1.34.
- Martinez-Amezcuca C, Parsons CM, Baker DH. 2006. Effect of microbial phytase and citric acid on phosphorus bioavailability, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility in distillers dried grains with solubles in chicks. *Poultry Science*, 85(3):470-375. DOI: 10.1093/ps/85.3.470.
- Monteny GJ, Bannink A, Chadwick D. 2005. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112: 163-170. DOI: 10.1016/j.agee.2005.08.015.
- Nahm KH. 2002. Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in poultry and swine manure. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32(1): 1-16. DOI: 10.1080/10643380290813435.
- Nijdam D, Rood T, Westhoek H. 2012. The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *Food Policy*, 37(6): 760-770. DOI: 10.1016/j.foodpol.2012.08.002.
- OECD/FAO. 2015. *OECD-FAO Agricultural Outlook-2015-2024*. <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5115021e.pdf?expires=1515578391&id=id&accname=guest&checksum=007020227EB2EBEA830B773199D63820>. Erişim tarihi (09.01.2017).
- Power W. and Angel R. 2008. Review of the capacity for nutritional strategies to address environmental challenges in poultry production. *Poultry Science*, 87(10): 1929-1938. DOI: 10.3382/ps.2008-00090.
- Sharma NK, Choct M, Wu S, Swick RA. 2017. Nutritional effects on odour emissions in broiler production. *World's Poultry Science Journal*, 73(2): 257-280. DOI: 10.1017/S0043933917000046.
- Smith DR, Moore Jr. PA, Miles DM, Haggard BE, Daniel TC. 2004. Decreasing phosphorus runoff losses from land applied poultry litter with dietary modifications and alum addition. *Journal of Environmental Quality*, 33: 2210-2216. (Özet). DOI: 10.2134/jeq2004.2210
- Sutton MA, Erisman JW, Dentener F, Möller D. 2008. Ammonia in the environment: From ancient times to the present. *Environmental Pollution*, 156(3): 583-604. DOI: 10.1016/j.envpol.2008.03.013.
- Sutton AL, Kephart KB, Verstegen MWA, Canh TT, Hobbs PJ. 1999. Potential for reduction of odors compounds in swine manure through diet modification. *Journal of Animal Science*, 77(2): 430-439. DOI: 10.2527/1999.772430x.
- Stevens CE and Hume, ID. 1995. *Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press. ISBN: 9780521617147.
- Tallentire CW, Mackenzie SG, Kyriazakis I. 2017. Environmental impact trade-offs in diet formulation for broiler production systems in the UK and USA. *Agricultural Systems*, 154: 145-156. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.03.018.
- Verge XPC, Dyrer JA, Desjardins RL, Worth D. 2009. Long-term trends in greenhouse gas emissions from the Canadian poultry industry. *The Journal of Applied Poultry Research*. 18(2): 210-222.
- Wadud SJ, 2011, *Understanding the Microbial Ecology of Chicken Litter in the Context of Odour Production*. The University of New South Wales Faculty of Science School of Biotechnology and Biomolecular Sciences, Sydney, Australia. (PhD Thesis).
- Wang SY and Huang DJ. 2005. Assessment of greenhouse gas emissions from poultry enteric fermentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(6): 873-878. DOI:10.5713/ajas.2005.873.
- Wang L, Xue B, Tianhai Y. 2017. Greenhouse gas emissions from pig and poultry production sectors in China from 1960 to 2010. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(1): 221-228.
- Williams C M, Barker J C, Sims JT. 1999. Management and utilization of poultry wastes. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 162: 105-157. PMID: 10392043.
- Wondra KJ, Hancock JD, Behnke KC, Stark CR. 1995. Effects of mill type and particle size uniformity on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 73(9): 2564-2573. DOI: 10.2527/1995.7392564x.