

Küresel Isınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknist Olarak Bizim Rolümüz

Hayati KÖKNAROĞLU^{1*}, Turgay AKÜNAL¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 32260, ISPARTA

*Yazışma yazarı: hayati@ziraat.sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 04.09.2009, Yayına kabul tarihi:23.03.2010

ÖZET: İnsan tarafından atmosfere verilen gazların sera etkisi yaratması sonucunda, dünya yüzeyinde sıcaklığın artmasına küresel ısınma denmektedir. Özellikle son 150 yılın en sıcak yaz aylarını beklediğimiz bu yıllarda küresel ısınmayı azaltacak önlemlerin alınması önem taşımaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin temel aldığı en gelişmiş iklim modelleri, küresel yüzey sıcaklıklarında 1990-2100 döneminde ortalama 1.4-5.8 °C artış olacağını ve bu artışa bağlı olarak, iklimde gözlenen değişikliklerin süreceğini öngörmektedir. 2050 yılına değin Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 1-3°C artış olacağı tahmin edilmektedir. Küresel ısınmaya etki eden faktörlerden biri de tarım faaliyetleri sonucunda çıkan sera gazlarıdır. Tarım içinde hayvancılık faaliyetinden salınan sera gazlarının azaltılması için zooteknist olarak bizlere görev düşmektedir. Bu çalışmanın amacı; küresel ısınmada sera gazlarının önemini ve hayvancılık faaliyetinden kaynaklanan sera gazı salınımını azaltacak önlemleri ortaya koymaktır.

Anahtar kelimeler: küresel ısınma, sera gazları, hayvancılık, zooteknist

The Effect of Animal Agriculture on Global Warming and Our Role as Animal Scientist

ABSTRACT: Global warming is a term used for rise in the temperature of earth surface due to emitted anthropogenic gases causing greenhouse effect. It is important to take some measures to decrease global warming as we are expecting to have the hottest summer of latest 150-year. Climate models used by Intergovernmental Panel on Climate Change revealed that between 1990 and 2100 global surface temperature will increase at about 1.4-5.8 °C and due to this increase, changes in climate will continue. Temperature in Turkey is expected to increase 1-3 °C until year 2050. Greenhouse gases emitted from agriculture are factors contributing to global warming. In order to decrease greenhouse gases emitted from animal agriculture, as animal scientists we have duties to perform. Purpose of this study is to highlight effect of greenhouse gases in global warming and try to present measures can be taken for animal agriculture.

Keywords: Global warming, greenhouse gases, Animal agriculture, animal scientist

Giriş

İnsan tarafından atmosfere verilen gazların sera etkisi yaratması sonucunda, dünya yüzeyinde sıcaklığın artmasına küresel ısınma denilmektedir (Bozoğlu ve ark., 2003). İklim sisteminde vazgeçilmez bir yere sahip olan sera gazları, uzaya geri yansıtılan uzun dalgalı kızılötesi ışınları tutarak, atmosferin ısınmasına neden olurlar. Sera gazları, doğal olarak doğada bulunurlar ayrıca insanların çeşitli

faaliyetleri sonucu ortaya çıkarlar. Sera gazları içerisinde bol miktarda bulunan okyanuslar, denizler, göller ve akarsulardan buharlaşma yoluyla atmosfere karışan su buharıdır (Atalık, 2005). Bu çalışmaya konu olan gazlar ise karbondioksit (CO₂), Metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) dir.

Karbondioksit (CO₂) ikinci en fazla bulunan sera gazıdır. Organik maddenin çürümesi, hayvan ve insanların solunumu,

yanardağ patlamaları gibi birçok doğal olaylar sonucu atmosfere dahil olmaktadır. Ayrıca, ısınmak, ulaşım ve elektrik üretimi için fosil yakıtların, katı atıkların, ağaç ve ağaç ürünlerinin yakılması atmosfere salınan CO₂ miktarını arttırmaktadır. Onsekizinci yüzyılın ortalarındaki Sanayi Devrimi'nden bu yana atmosferdeki miktarı 281 ppm'den 368 ppm'e ulaşarak %31'lik bir artış göstermiştir (Atalık, 2005).

Metan (CH₄), atmosfer içerisinde daha etkili yalıtkanlık yaratan bir gazdır. Kömür, doğal gaz ile petrolün üretim ile taşınması esnasında atmosfere dahil olmaktadır. Metan, ruminant hayvanlar başta olmak üzere kimi hayvanların sindirim yan ürünü olarak ortaya çıkmasının yanında atık alanlarındaki organik maddelerin bozulmasından da meydana gelmektedir (Atalık, 2005). Sanayi Devrimi'nden bu yana atmosferdeki metan gazı miktarı iki kattan daha fazla artmıştır.

Diazot monoksit (N₂O), esas olarak tarım topraklarının işlenmesi ve fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Çok güçlü yalıtkanlık özelliği olan bir gazdır. Atmosferdeki miktarı, sanayileşme öncesindeki düzeyle kıyaslandığında %17'lik bir artış göstermiştir (Atalık, 2005).

Bir gazın seragazi etkisi, o gazın sadece radyasyonu absorbe etmesi ve geri salması ile değil aynı zamanda atmosferde o molekül yapısında kalması ile de ilgilidir. Gaz molekülleri zamanla parçalanır ve başka maddelerle reaksiyona girerek yeni molekül oluştururlar. Metan, diazot monoksit ve karbondioksitin atmosferde kalma süreleri sırasıyla; 12, 130 ve 200 yıldır. 20 yıllık bir dönemde 1 kilogram metan'ın radyasyonu tutma oranı 1 kilogram karbondioksite göre 56 kat daha fazladır. Ancak zamanla metan, su ve karbondioksite dönüştüğü için 100 yıllık bir dönemde metanın küresel ısınma potansiyeli karbondioksitin 21 katıdır. Aynı şekilde diazot monoksitin küresel ısınma potansiyeli karbondioksitin 310 katıdır. Küresel ısınma potansiyeli, sera gazları bütçesini oluştururken kullanılmaktadırlar ve metan ile diazot monoksit salınım değerleri karbondioksit eşdeğeri cinsinden verilmektedir. Bir sistem için diazot

monoksit, metan ve karbondioksit salınımının megaton cinsinden toplam karbondioksit eşdeğeri şöyle hesaplanır: CO₂ eşdeğer =(NO₂ x 310) + (CH₄ x 21) + (CO₂ x 1) (Anonim, 2005).

Yapılan araştırmalara göre insan faaliyetleri sonucu yıllık olarak 360 milyon ton metan ile 10-17.5 milyon ton diazot monoksit gazlarının atmosfere salındığı tespit edilmiştir (Olsen et al., 2003). İnsan faaliyetleri sonucu oluşan sera gazlarından metan ve diazot monoksitin sırasıyla; %50 ve %70'i tarımdan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte tarımsal faaliyetler insan tarafından salınan karbondioksitin %5'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2001). Tarım faaliyeti içinde önemli yere sahip olan hayvancılık, dünyadaki karbondioksit eşdeğeri cinsinden seragazi salınımının %18'ini ve ayrıca karbondioksit salınımının %9'unu oluşturmaktadır. İnsan faaliyetleri tarafından salınan metanın %37'si ve diazot monoksitin %65'i hayvancılık sektöründen gelmektedir (Steinfeld et al., 2006).

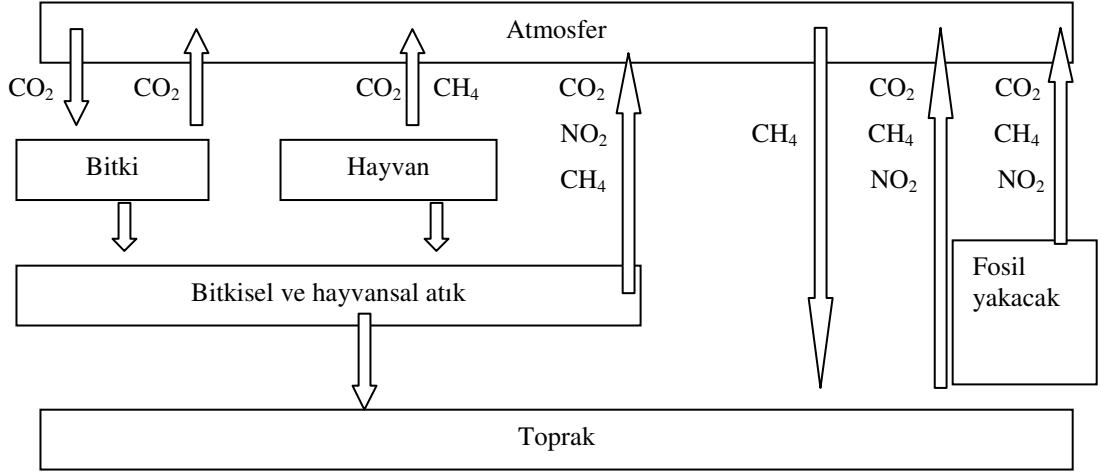
Sera gazlarının iklim üzerine etkilerinin neler olduğu belirlenmiş olup bu etkileri tahmin edilmektedir. Sera gazı miktarındaki artışın sonucu olarak ortalama dünya sıcaklığının 0.5-2.5 °C arasında artacağı ve buna bağlı olarak buzulların erimesiyle birlikte deniz seviyesinin 2030 yılında 17-26 cm yükseleceği tahmin edilmektedir (Moss et al., 2000).

Türkiye, küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Ülkemiz küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuz yönlerinden etkilenecektir (Atalık, 2005).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 2002 yılı yayımlanan V. Teknik Raporu'nda; 1901-2000 yılları arasında Türkiye'de her 10 yılda sıcaklık 0.2°C'ye kadar arttığı, Yağışta ortalama %10 düşüş olduğu, 2071-2100 yılları arasında ise; Samsun'dan Adana'ya bir hat çizildiğinde bunun batı kısmının 3-4 °C, doğu kısmının ise 4-5°C civarında ısınacağı, günlük yağış miktarında 0.25 mm'ye kadar düşeceği, buharlaşma ve evaporasyonun artacağı, yaz kuraklığının

artacağı, yağıştaki azalış, sıcaklık, buharlaşma ve kuraklıktaki artışla doğrudan bağlantılı olarak orman yangınlarında artış olacağı, su kaynaklarındaki zayıflamaya bağlı olarak iç sularda yaşayan balık türlerinde azalma yaşanacağı, arazi kullanımında meydana gelecek değişikliklerin erozyonu artıracığı belirtilmektedir. (Anonim, 2002)

Bu çalışmanın amacı; küresel ısınmada sera gazlarının önemini ve hayvancılık faaliyetinden kaynaklanan sera gazı salınımını azaltacak önlemleri ortaya koymaktır. Bu nedenle sera gazlarının hareket yönlerini bilmek ve ona göre hayvancılık açısından önlemler almak önemlidir.



Şekil 1. Zirai ekosisteme bağlı sera gazlarının kaynakları ve depoları

Şekil 1'de görüldüğü gibi ekosistem dinamiktir ve atmosfere değişik noktalardan sera gazları salınmaktadır. Hayvancılık faaliyeti nedeniyle atmosfere salınan gazlar genelde hayvanların üretmiş oldukları karbondioksit, rumen ve bağırsaklardaki fermantasyona bağlı olarak oluşan metan ve hayvansal gübrelerde meydana gelen karbondioksit, metan ve diazot monoksittir. Fermantasyona bağlı oluşan ve gübreyle açığa çıkan gazları azaltarak hayvancılık faaliyetinden salınan sera gazlarını azaltabiliriz.

Fermantasyona Bağlı Metan ve Azaltma Yolları

Rumende meydana gelen metan gazı genelde selüloz, hemiselüloz, pektin ve nişasta gibi hidrolize olmuş karbohidratların mikrobiyel fermantasyonu sonucu ortaya çıkar (Kebreab et al., 2006). Bunun yanında yüksek proteinli rasyonlarla beslenen hayvanların rumeninde fermantasyona bağlı olarak nemli miktarda metan üretildiği gözlenmiştir (Mills et al.,

2001). Geviş getirmeyen hayvanlarda metan üretimi, ruminantlar tarafından üretilenin %10'u kadardır (Jensen, 1996). Bu nedenle burada daha çok ruminantlar üzerinde durulacaktır.

Hayvanlar tarafından üretilen metan gazı miktarı birçok faktör tarafından etkilenmekte ve bu faktörler rasyondaki karbohidrat tipi, yem tüketimi seviyesi, hayvanın verim düzeyi, yemin sindirim kanalından geçiş hızı, yemlerde iyonofor bulunması, rasyondaki yağın doymuşluk derecesi, sıcaklık ve yemden yararlanmadır (Mc Allister et al., 1996; Nkrumah et al., 2006).

Rasyona Yağ Katılması

Giger-Reverdin et al., (2003) yağ asitlerinden sekiz ve onaltı karbon arasındaki yağ asitlerinin süt sığırlarında metan üretimini azalttığını ve bu azalmanın yağın doymamışlığı ile orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Dohme et al., (2000) yapmış oldukları in vitro çalışmalarda, orta uzunluktaki yağ asitlerinin (C₈-C₁₆) metan

üretimini azaltmada kısa (C₆) ve uzun (C₁₈) yağ asitlerden daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Siyah Alaca besi sığırlarının rasyonlarına ayçiçeği yağı eklenmesinin metan üretimini %21 azalttığı Mc Ginn et al. (2004) tarafından bildirilmiştir. Rasyona doymamış yağ eklenmesinin metan üretimini azaltmasının sebebi doymamış yağın rumendeki H₂ miktarını azaltması olarak gösterilmektedir. Bununla birlikte rasyona %5 yağ katılması NDF sindirilebilirliğini %20 azalttığı için rasyona katılacak yağ miktarı hayvanın verimini etkilemeyecek şekilde düzenlenmesi gerektiğini vurgulamıştır (Mc Ginn et al., 2004).

Kesif Yem Oranı ve Sınırlı Yemleme

Lovett et al. (2003), yüksek oranda kesif yemle beslenen sığırların düşük oranda beslenenlere oranla daha az metan ürettiklerini bildirmiştir. Boadi et al. (2004a), düşük oranda kesif yemle ve otlarla beslenen sığırların yüksek oranda kesif yemle ve tahıllarla beslenenlere göre %20 daha fazla metan ürettiklerini belirlemiştir. Araştırmacılar bu sonucu düşük miktarda kesif yemle beslenen hayvanların daha fazla yem tüketmelerine ve rasyondaki yağ miktarına bağlamışlardır. Kirkpatrick et al. (1997), kalorimetri odasında sınırlı yemleme ile beslenen sığırların ad libitum beslenen sığırlara oranla daha az metan ürettiklerini saptamıştır.

Karbonhidrat Tipi

Yapılan araştırmalar, hayvanların tüketmiş oldukları karbonhidratın metan üretimini etkilediğini göstermiştir. Moe and Tyrrell (1979), selüloz fermentasyonunun kolay sindirilebilir karbonhidrata göre metan üretimini arttırdığını bildirmektedir. Hindrichsen et al. (2004), ligninleşmiş ve ligninleşmemiş selüloz, galaktomannan, fruktan, sukroz ve nişastalı karbonhidratlarla besledikleri ve rumenlerinden çıkan metanı ölçtükleri hayvanlardan ligninli selülozu tüketen hayvanların daha az metan ürettiklerini bulmuşlardır ve bunu da ligninleşmenin

metan üretimi için gerekli olan besi ortamını azalttığı şeklinde yorumlamışlardır. Rumende propiyonik asit miktarını artıracak bakterilerin çoğalmasını sağlayacak yemler metan üretimini azaltır çünkü H₂ metan yerine propiyonik asit için kullanılır. Buna örnek nişastası yüksek yemlerdir, nişastası yüksek yemler asetik asit/propiyonik asit oranını azalttığı için daha az metan üretilmesini sağlar (Mills et al., 2001).

İyonofor ve Organik Asitler

İyonoforlar, gram pozitif bakteriler ve protozoaların enerji dengelerini etkileyerek ölümlerine sebep olan kimyasal moleküllerdir (Russell and Strobel 1989). İyonoforlar, antibiyotikler olarak sınıflandırılmışlardır ve içlerinde en yaygın kullanılanı ve araştırılanı monensindir (Boadi et al., 2004a). Monensinin kullanılmasının etkilerinden bazıları, rumendeki mikrobiyel ekosistem ve fermantasyon dinamiklerindeki değişikliklere bağlı olarak daha iyi enerji kullanımı ve yemin azotunu daha etkin kullanmaktır (Mc Guffey et al., 2001). Mc Ginn et al. (2004) monensinin metan üretimini %9 oranında düşürdüğünü bildirmiştir. Monensinin ruminantlarda metan üretimi üzerine etkileri görülmüş olmakla birlikte bu etkinin kısa süreli olduğu tespit edilmiştir. Johnson et al. (1994), yapmış oldukları araştırmada, monensin ve lasalosid kullanımının metan üretimini ilk 16 gün boyunca düşürdüğünü ve bu süreden sonra etkilemediğini bulmuşlardır ve bunun sebebinin de metan üreten bakterilerin dayanıklılık geliştirmeleri olarak bildirmişlerdir. Avrupa Birliği 2006 yılından sonra yemlere monensin gibi antibiyotik maddeleri insanlar üzerinde dayanıklılık gösterecekleri nedeniyle katılmasının yasaklanmasını teklifte bulunmuştur (Anonim, 2003b). Monensinin bu etkisinden sonra araştırmacılar, monensinin yerini tutacak maddeler bulmaya çalışmışlardır. Castillo et al. (2004), organik asitlerden malat ve fumarat'ı denemişler ve bu organik asitlerin yeme katılmasıyla fumarat kullanan bakterilerin metan üreten bakterilerle H₂

için rekabet ettikleri ve böylece metan üretimini azaltmada etkili olacağını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise maya ve fumarik asitin yeme katılmasının metan üretimine etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Mc Ginn et al., 2004).

Genetik

Pinares-Patino et al. (2004), yapmış oldukları kontrollü otlama denemesinde metan üretiminde varyasyonun büyük bir kısmının hayvandan kaynaklandığını ve metan üretimini azaltmada bu varyasyondan yararlanılabileceğini bildirmişlerdir. Nkrumah et al. (2006), yemden yararlanması daha iyi olan sığırların %28'e varan seviyede daha az metan ürettiklerini ve bunun nedeninin de rumendeki mikrobiyel popülasyondan kaynaklanabileceğini ve kalıtsal olabileceğini bildirmişlerdir. Böylece yemden yararlanmaları daha iyi olan sığırlar enerji etkinliği ve daha az metan üretimi için seleksiyona tabi tutulabilirler.

Otlama Yönetimi

Yoğun üretim sisteminde meralarda yüksek kaliteli otların otlatılmasının et sığırlarında metan üretimini %22 oranında azalttığı bulunmuştur (DeRamus et al., 2003). Bunun nedeninin, yüksek kalitedeki otların daha iyi olan sindirilebilirlikleri olarak gösterilmiştir. Burada göz önünde bulundurulması gereken nokta, yüksek kaliteli ot elde etmek için amonyum nitrat, fosfor ve potasyum gibi gübrelerin kullanılması ve bunlarında sera gazı salınımlarına katkıda bulunmalarıdır. Bu nedenle sera gazı bütçesi oluşturulup karbondioksit eşdeğeri yönünden sera gazı salınımı hesaplanmalıdır.

Gübreten Metan ve Diazot Monoksit Salınımı ve Azaltma Yolları

Gübreten gaz salınımı hayvanın türüne, rasyona, gübre yönetimine ve hava şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Anonim, 2003a). Gübreten gaz salınımını azaltmak için değişik yöntemler uygulanmaktadır. Bunlardan başlıcaları

kompostlaştırma, rasyon değişikliği ve örtülerdir.

Kompostlaştırma

Sıvı domuz gübresinin buğday saplarıyla muamelesi ile yapılan kompost, kompost yapılmayan muameleye göre %30 oranında daha az seragazı üretmiştir (Thompson et al., 2004). Kompost yaparken uygulanan muamele de gaz salınımını etkilemektedir. Hao et al. (2001), havalandırılmalı odada yığın kompostunda, kompostun karıştırıldığında daha fazla diazot monoksit gaz çıkışının olduğunu bildirmişlerdir. Thompson et al. (2004), havalandırılmayan domuz gübresinde havalandırılmasına oranla daha fazla metan ve diazot monoksit üretildiğini tespit etmişlerdir. Gübreye sülfürlü maddeler katılması gübreden çıkan metan miktarını azaltıp gübrenin sülfür miktarını arttırmaktadır (Hao et al., 2005). Bu azalmanın nedeni, sülfürün metan üreten bakteriler üzerine olan zehirli etkisi ve sülfür indirgeyen bakterilerle metan üreten bakteriler arasındaki rekabettir veya kompostta NH₄ miktarının artmasıdır (Mahimairaja et al., 1994).

Rasyonun Düzenlenmesi

Gübre ve idrardaki azot miktarı rasyonla alınan azotla ilişkili olduğu için uygun şekilde besleme gübreden salınan N₂O miktarını azaltacaktır (Mosier et al., 1998). Rasyondaki nişasta yapısında olmayan polisakkarit miktarını arttırmak CH₄, CO₂ miktarını arttırmıştır ve metan seviyesi düşük protein seviyesiyle birlikte artmıştır (Clark et al., 2005; Külling et al., 2001). Protein seviyesindeki artışa bağlı olarak azalan metan salınımı ile protein seviyesindeki artışa bağlı olarak artan N₂O seviyelerinin bütçesi yapılabilmeye uygun besleme yöntemi uygulanmalıdır. Besi sığırları gübresinin oksijensiz ortamda ayrıştırılması esnasında rasyonda tahıl miktarının yüksek olmasının gübreden çıkan metan miktarını arttırdığı Hashimoto et al. (1981) tarafından bildirilmiştir. Bununla birlikte Boadi et al. (2004b), değişen kesif-kaba yem oranının gübreden salınan N₂O ve CH₄ miktarını etkilemediğini belirtmektedir. Külling et al.

(2001), süt sığırlarında kaba yem kaynağının gübreden salınan NO₂ ve CH₄ miktarını etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu da salınımın daha çok rasyondaki protein miktarıyla ve gübrenin depolanmasıyla ilgili olduğunu göstermektedir. Diğer çalışmalarda ise kuru madde, toplam karbon, uçucu yağ asitlerinin sera gazları salınımını etkilediği bildirilmiştir (Velthof et al., 2005).

Örtüler

Değişik ülkelerde örtüler gübreden koku çıkmasını önlemek ve biyogazı tutmak için kullanılmaktadır. Biyogaz olarak tutulan metan yakacak olarak kullanıldığında, karbondioksite okside olduğu için küresel ısınma potansiyeli azalmaktadır, çünkü metanın potansiyeli 21 ve karbondioksitinki 1'dir. Bu amaçla örtü olarak hava geçirmeyen plastik örtüler kullanılabilir. Ama sıvı gübre içindeki katı maddeler zamanla sıvının üstüne çıktığı için burada kuruyarak bir tabaka oluşturur ve bu tabaka CH₄ salınımını azaltır. Yapılan araştırmalar, sıvı gübre içine buğdaygil saplarının karıştırılmasının tabaka oluşumunu kolaylaştırdığı ve gaz salınımını azalttığı bulunmuştur (Sommer et al., 2000). Doğal yolla oluşan örtünün bir dezavantajı, zamanla kuruyan üst tabakanın çatlaması ve içeriye hava almasıdır.

Merada Metan ve Diazot Monoksit ve Karbondioksit Salınımı

Merada depolanan gübrelerde, az miktarda da olsa metan salınımının olduğu bildirilmiştir (Sherlock et al., 2002). Yamulki et al. (1999), merada otlayan ineklerin gübre ve idrarlarından günde 0.96 ve 0.03 g metan salınımı olduğunu bulmuşlardır. Merada otlayan bu hayvanların gübrelerinden salınan metan gazı miktarı rumendeki fermantasyon ve feedlotda sıvı şekilde biriktirilen gübreden çıkan gazın %1'inden daha azdır. Bununla birlikte merada otlama sonucu biriken idrar ve gübre veya meraya uygulanan gübre önemli bir N₂O kaynağıdır (Janzen et al., 1998). Meralar sera gazı salınımını azaltmak için kullanılabilirler. Koknaroglu

et al., (2007), meradaki yeşil otun karbon içeriğini de göz önünde bulundurarak yapmış oldukları sera gazı salınımı bütçesinde, artan sürede merada otlayan hayvanların daha az sera gazı salınımında bulduklarını bulmuşlardır.

Kaynaklar

- Anonim, 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Anonim, 2002. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2002. Climate change and biodiversity", IPCC Technical Paper V. <http://www.ipcc.ch/pub/tpbiodiv.pdf> (Erişim tarihi: 12.04.2007)
- Anonim, 2003a. Air Emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs. http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/related/nrcanimalfeed_dec2002.pdf (Erişim tarihi: 21.03.2007).
- Anonim, 2003b. Federation of Animal Science Societies. 2003. Council and Parliament Prohibit Antibiotics As Growth Promoters: 7/22 FIEN. http://www.fass.org/Fasstrack/news_item.asp?new_id=1406. (Erişim tarihi: 12.04.2007)
- Anonim, 2005. Canada's 2005 Greenhouse Gas Inventory A Summary of Trends. http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005/2005summary_e.cfm (Erişim tarihi: 02.04.2007)
- Atalık, A. 2005. Küresel ısınma, su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. http://www.zmo.org.tr/odamiz/kuresel_ismama.pdf (Erişim tarihi: 02.04.2007)
- Boadi, D. A., Benchaar, C., Chiquette, J. and Massé, D. 2004a. Mitigation Strategies to Reduce Enteric Methane Emissions from Dairy Cows: Update Review. Canadian Journal of Animal Science, 2004, 84: 319–336.
- Boadi, D. A., Wittenberg, K. M., Scott, S. L., Burton, D., Buckley, K., Small, J. A. and Ominski, K. H. 2004b. Effect of Low and High Forage Diet on Enteric and Manure Pack Greenhouse Gas Emissions from A Feedlot. Canadian

- Journal of Animal Science, 2004, 84: 445–453.
- Bozoğlu, B., Keskin, B. ve Cavdar, S. 2003. Küresel Isınma. 6. Çevre Sorunlarına Öğrenci Yaklaşımları Sempozyumu, Mersin. <http://www.cevre.metu.edu.tr> (Erişim tarihi: 02.04.2007)
- Castillo, C., Benedito, J. L., Méndez, J., Pereira, V., López-Alonso, M., Miranda, M. and Hernández, J. 2004. Organic Acids as a Substitute for Monensin in Diets for Beef Cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 2004, 115: 101-116.
- Clark, O. G., Moehn, S., Edeogu, I., Price, J. and Leonard, J. 2005. Manipulation of Dietary Protein and Nonstarch Polysaccharide to Control Swine Manure Emissions. *Journal of Environmental Quality*, 2005, 34: 1461–1466.
- DeRamus, H. A., Clement, T. C., Giampola, D. D. and Dickison, P. C. 2003. Methane Emissions of Beef Cattle on Forages: Efficiency of Grazing Management Systems. *Journal of Environmental Quality*, 2003, 32: 269–277.
- Dohme, F., Machmüller, A., Wasserfallen, A. and Kreuzer, M. 2000. Comparative Efficiency of Various Fats Rich in Medium-chain Fatty Acids to Suppress Ruminant Methanogenesis As Measured with RUSITEC. *Canadian Journal of Animal Science*, 2000, 80: 473–782.
- Giger-Reverdin, S., Morand-Fehr, P. and Tran, G. 2003. Literature Survey of The Influence of Dietary Fat Composition on Methane Production In Dairy Cattle. *Livestock Production Science*, 2003, 82: 73–79.
- Hao, X. Y., Chang, C., Larney, F. J. and Travis, G. R. 2001. Greenhouse Gas Emissions During Cattle Feedlot Manure Composting. *Journal of Environmental Quality*, 2001, 30: 376–386.
- Hao, X. Y., Larney, F. J., Chang, C. and Travis, G. R., Nichol, C. N., Bremer, E. 2005. The Effect of Phosphogypsum on Greenhouse Gas Emissions During Cattle Manure Composting. *Journal of Environmental Quality*, 2005, 34: 774–781.
- Hashimoto, A. G., Varel, V. H. and Chen, Y. R. 1981. Ultimate Methane Yield from Beef Cattle Manure: Effect of Temperature, Ration Constituents, Antibiotics and Manure Age. *Agricultural Wastes*, 1981, 3: 241–256.
- Hindrichsen, I.K., Wettstein, H.R., Machmüller, A., Soliva, C.R., Bach Knudsen, K.E., Madsen J. and Kreuzer, M. 2004. Effects of Feed Carbohydrates with Contrasting Properties on Rumen Fermentation and Methane Release in Vitro. *Canadian Journal of Animal Science*, 2004, 84: 265–276..
- Janzen, H. H., Desjardins, R. L., Asselin, J. M. R. and Grace, B. 1998. *The Health of Our Air: Toward Sustainable Agriculture in Canada*. Agriculture and Agri-Food Canada. Ottawa, ON. 98 pp.
- Jensen, B. B. 1996. Methanogenesis in Monogastric Animals. *Journal of Environmental Monitoring*. Assess. 42: 99–112.
- Johnson, D. E., Abo-Omar, J. S., Saa, C. F. and Carmean, B. R. 1994. Persistence of Methane Suppression By Propionate Enhancers In Cattle Diets. In: *Energy Metabolism of Farm Animals*. (Ed. Aquilera, J.F.), EAAP Publication No. 76. CSIC Publishing Service, Granada, Spain, pp. 339–342.
- Kebreab, E., Clark, K., Wagner-Riddle, C. and France, J. 2006. Methane and Nitrous Oxide Emissions from Canadian Animal Agriculture: A Review. *Canadian Journal of Animal Science*, 2004, 86 (2): 135-157.
- Kirkpatrick, D. E., Steen, R. W. J. and Unsworth, E. F. 1997. The Effect of Differing Forage: Concentrate Ratio and Restricting Feed Intake on the Energy and Nitrogen Utilization by Beef Cattle. *Livestock Production Science*, 1997, 51: 151–164.
- Koknaroglu, H., Akunal, T., Tsengeg, P. and Hoffman, M. P. 2007. Pasturing to Decrease Greenhouse Gas Emissions from Feedlot Cattle Operations: A Whole System Approach. *Journal of Animal Science National Meeting*, 2007, San Antonio, Texas, 545.

- Külling, D. R., Henzi, H. K., Krober, T. F., Neftel, A., Sutter, F., Lischer, P. and Kreuzer, M. 2001. Emissions of Ammonia, Nitrous Oxide and Methane from Different Types of Dairy Manure during Storage as Affected by Dietary Protein Content. *Journal of Agricultural Science*, 2001, 137: 235–250.
- Lovett, D., Lovell, S., Stack, L., Callan, J., Finlay, M., Conolly, J. and O'Mara, F. P. 2003. Effect of Forage/Concentrate Ratio and Dietary Coconut Oil Level on Methane Output and Performance of Finishing Beef Heifers. *Livestock Production Science*, 2003, 84: 135–146.
- Mahimairaja, S., Bolan, N. S., Hedley, M. J. and McGregor, A. N. 1994. Losses and Transformations of Nitrogen during Composting of Poultry Manure with Different Amendments: An Incubation Experiment. *Bioresource. Technology*, 1994, 47: 265–273.
- McAllister, T. A., Okine, E. K., Mathison, G. W. and Cheng, K. J. 1996. Dietary, Environmental and Microbiological Aspects of Methane Production in Ruminants. *Canadian Journal of Animal Science*, 1996, 76: 231–243.
- Mc Ginn, S. M., Beauchemin, K. A., Coates, T. and Colombatto, D. 2004. Methane Emissions from Beef Cattle: Effects of Monensin, Sunflower Oil, Enzymes, Yeast, and Fumaric Acid. *Journal of Animal Science*, 2004, 82: 3346–3356.
- Mc Guffey, R. K., Richardson, L. F. and Wilkinson, J. I. D. 2001. Ionophores for Dairy Cattle: Current Status and Future Outlook. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84 (E Suppl.): E194–E203.
- Mills, J. A. N., Dijkstra, J., Bannink, A., Cammell, S. B., Kebreab, E. and France, J. 2001. A Mechanistic Model of Whole Tract Digestion and Methanogenesis in the Lactating Dairy Cow: Model Development, Evaluation and Application. *Journal of Animal Science*, 2001, 79: 1584–1597.
- Moe, P. W. and Tyrrell, H. F. 1979. Methane Production in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 1979, 62: 1583–1586.
- Mosier, A., Kroeze, C., Nevison, C., Oenema, O., Seitzinger, S. and Van Cleemput, O. 1998. Closing the Global N₂O Budget: Nitrous Oxide Emissions Through The Agricultural Nitrogen Cycle - OECD/IPCC/IEA Phase II Development of IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory Methodology. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 1998, 52: 225–248.
- Moss, A. R., Jouany, J. P. and Newbold, J. 2000. Methane Production by Ruminants: Its Contribution to Global Warming. *Annales de Zootechnie*, 2000, 49: 231–253.
- Nkrumah, J. D., Okine, E. K., Mathison, G. W., Schmid, K., Li, C., Basarab, J. A., Price, M. A., Wang, Z. and Moore, S. S. 2006. Relationships of Feedlot Feed Efficiency, Performance, and Feeding Behavior with Metabolic Rate, Methane Production and Energy Partitioning in Beef Cattle. *Journal of Animal Science*, 2006, 84: 145–153.
- Olsen, K., Wellisch, M., Boileau, P., Blain, D., Ha, C., Henderson, L., Liang, C., McCarthy, J. and McKibbin, S. 2003. Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990-2001. Environment Canada Greenhouse Gas Division, Ottawa, ON, pp. 205.
- Pinares-Patiño, C.S., Baumont, R. and Martin, D.R. 2004. Methane Emissions by Charolais Cows Grazing a Monospecific Pasture of Timothy at Four Stages of Maturity. *Canadian Journal of Animal Science*, 2004, 78: 769–777.
- Russell, J. B. and Strobel, H. J. 1989. Effect of Ionophores on Ruminal Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 1989, 55: 1–6.
- Sherlock, R. R., Sommer, S. G., Khan, R. Z., Wood, C. W., Guertal, E. A., Freney, J. R., Dawson, C. O. and Cameron, K. C. 2002. Ammonia, Methane, and Nitrous Oxide Emission from Pig Slurry Applied to a Pasture in New Zealand. *Journal of Environmental Quality*, 2002, 31: 1491–1501.
- Sommer, S. G., Petersen, S. O. and Sogaard, H. T. 2000. Greenhouse Gas

- Emission from Stored Livestock Slurry. *Journal of Environmental Quality*, 2000, 29: 744–751.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. and De Haan, C. 2006. *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. FAO, Food Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.afpf-asso.org/afpf/vie/vie/images/FAO-Livestock-Environment.pdf> (Erişim tarihi: 03.01.2007).
- Thompson, A. G., Wagner-Riddle, C. and Fleming, R. 2004. Emissions of N₂O and CH₄ during the Composting of Liquid Swine Manure. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2004, 91: 87–104.
- Velthof, G. L., Nelemans, J. A., Oenema, O. and Kuikman, P. J. 2005. Gaseous Nitrogen and Carbon Losses from Pig Manure Derived from Different Diets. *Journal of Environmental Quality*, 2005, 34: 698–706.
- Yamulki, S., Jarvis, S. C. and Owen, P. 1999. Methane Emission and Uptake from Soils as Influenced by Excreta Deposition from Grazing Animals. *Journal of Environmental Quality*, 1999, 28: 676-682.