

Çukurova Üniversitesi

Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Adana

Hayvancılık ve Küresel Isınma

Prof.Dr. M.Görgülü

Prof.Dr. N.Koluman Darcan

Doç.Dr. S.Göncü

Özet

Son dönemlerde ekstrem atmosferik olaylar ve iklim değişiklikleri dünya gündeminde yoğun olarak yer almış ve bu yönde alınması gerekli olan önlemler ile gelecekte olası projeksiyonlar üzerinde geniş kapsamlı çalışmalar ve uluslararası işbirlikleri ön plana çıkmıştır. Gelişen bazı (şiddetli ve beklenmedik yağış, kuraklık, fırtına gibi.) olaylar küresel ısınmanın pratikte ciddiye alınmasının gerektiği yönünde ipuçları vermektedir. Bununla uyumlu olarak son yıllarda buzullarda ve kutup bozkırlarındaki gerilemeler, deniz buzlarındaki erimeye bağlı olarak deniz seviyesinin yükselmesi, toprak tuzluluğunun artması ve çölleşme ve biyolojik çeşitlilikte oluşan değişimler ve sera gazı emisyonu araştırmacıların küresel ısınmaya bağlı olarak üzerinde durduğu diğer önemli konulardır. Bilim adamları, bu tip olayların sıklığı ve yaygınlığının daha çok sera gazları üretimindeki yükselmeye ilgili olduğu üzerinde durmaktadır. Dolayısı ile dünya kamuoyu bu konuda birlikte hareket etme kararı almış ve sera gazları emisyonunun taraf ülkeler tarafından azaltılmasını ön gören Kyoto Protokolü 1997'de hazırlanarak ve 16 Şubat 2005'te yürürlüğe konulmuştur. Küresel ısınmayla hayvansal üretim çift yönlü olarak etkileşim içindedir. Hayvansal üretim bir taraftan insan kaynaklı CO₂ emisyonunun %9'unu, CH₄ emisyonunun %35-40'ını, N₂O emisyonunun %65'ini ve NH₃ emisyonunun %64'ünü sağlayarak küresel ısınmaya katkı sağlarken, diğer taraftan küresel ısınma ile ortaya çıkan yüksek sıcaklık ve kuraklık hayvansal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada hayvancılığa bağlı sera gazı emisyonu üzerinde durularak azaltma yolları ve sera gazlarının da hayvansal üretim üzerine etkileri kapsamlı olarak tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler:Küresel ısınma, hayvancılık, sera gazı emisyonu, azaltma yolları

Giriş

İklimde oluşan gözlemlenebilir değişiklikler -özellikle bazı bölgelerdeki atmosfer sıcaklığındaki artışlar- dünyanın birçok bölgesindeki biyolojik yaşam üzerinde etkili olmaktadır. Bu tehdidin etkisi altında, ırkların dağılımı, populasyon büyüklüğü, üreme ve göç mevsimlerinde kayma, hastalık görülme sıklığında değişimler ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliğine yönelik simülasyonlar ve tahminler, dünyanın, son 10.000 yıldaki verileri dikkate alındığında, en şiddetli iklim değişikliği ve buna bağlı olumsuz etkiler ile karşı karşıya kalabileceğini göstermektedir. Bunun en temel sebebi olarak doğal sürecin yanı sıra insan faktörünün de devreye girmiş olması gösterilmektedir. Özellikle, 1700'lü yıllarda gerçekleşen sanayi devriminden sonra elde edilen veriler dikkate alındığı zaman bu düşüncelerin doğrulandığı ortaya çıkmaktadır. Sera gazı emisyonları bakımından mevcut tablo, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda ortaya konulan görüşlerin ne derece isabetli olduğunu göstermektedir. IPCC (2007a), 2100 yılına kadar dünyada ortalama sıcaklığın 1.8-4°C düzeyinde artabileceğini tahmin etmektedir. Benzer şekilde Moss ve ark. (2000), 2030 yılına kadar dünya sıcaklığının günümüzdekenden 1.2°C daha yüksek; Watson (2008) ise yüzey alan sıcaklığında beklenen değişimin ise 0.5-2.5°C arasında olabileceğini ve bu değişim aralığında deniz suyu seviyesinin 1990- 2100 yılları arasında 0.5 m yükselebileceği tahmin etmektedir.

Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin ana nedenleri olarak 3 gaz gösterilmektedir. Bunlar karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve Diazot oksit (N₂O) tir. Ayrıca su buharı düzeyinin atmosferde artması da küresel ısınmada katkısı olan diğer bir faktördür. Bu gazlara ek olarak daha önce sanayide yaygın olarak kullanılan kloroflorokarbonlu gazlarında önemli katkısı olduğu da bilinmektedir. Doğal olarak üretilen bu gazların zararlı bir etkisi yoktur ve aksine atmosferde normal sınırlardaki mevcudiyetleri dünyadan uzaklaşan bir kısım ısının tutulmasına ve dünyada hayatın sürdürülebilmesine olanak sağlayan atmosferik koşulların oluşturulmasına katkıda bulunur. Ancak bu gazların atmosfere salınımlarının yüksek düzeyde olması bu tabakada oransal paylarının artmasına ve dolayısı ile güneşten gelen uzun ve kısa dalga infrared ışınlarının daha yüksek düzeyde tutulmasına neden olmaktadır.

Küresel ısınma etkinlikleri değerlendirildiğinde ve CO₂ etkisi 1 kabul edildiğinde 1 ton metanın 23 ton CO₂ etkisine, 1 ton N₂O ise 296 ton CO₂ etkisine sahip olduğu bildirilmektedir (Steinfeld ve ark., 2006). Söz konusu gazların özellikle metanın, tarımsal faaliyetler sonucunda yoğun düzeyde ortaya çıkması özellikle Kyoto protokolü sonrasında dikkatlerin bu yönde toplanmasına neden olmuştur.

Hayvansal üretim artan nüfusun hayvansal protein açığının kapatılmasına yönelik olarak ciddi boyutta entansifleşmiştir. Hayvansal üretimde verimliliği artırmaya yönelik bu uygulamaların çevre üzerinde etkileri olumsuz yönde gerçekleşmiş ve küresel ısınma konsepti ile birlikte gözler hayvansal üretime çevrilmiştir. Hayvansal üretim, hava ve su kirliliği, toprak kalitesinin düşmesi, biyo-çeşitliliğin azalması ve iklim değişikliği gibi çevrenin birçok özelliği üzerine olumsuz etki oluşturabilmektedir. FAO bir raporunda, hayvansal üretimin küresel ısınma ve iklim değişikliklerinde ana faktör olduğunu bildirmektedir (Steinfeld ve ark. 2006). Aynı raporda et, yumurta ve süt üretiminin insan kaynaklı sera gazı üretiminin yaklaşık %18'inden sorumlu olduğu, bunun insanlar tarafından kullanılan değişik araçların ürettiğinden daha fazla olduğu bildirilmektedir. Ancak dünyada insan gıdası olarak tüketilen proteinin %30'unun, gelişmiş ülkelerde ise %53'ünün hayvansal üretimden sağlandığı bildirilmiştir. Artan dünya nüfusu ile 2001'de 229 milyon ton olan et üretiminin 2050'de 465 milyon tona, sütün ise yine aynı yıllarda 580 milyon tondan 1.043 milyar tona çıkacağı beklenmektedir (Steinfeld ve ark.,2006). Dünya'da et üretiminin %24'ü siğir, %31'i kanatlıdan, %5'i koyun ve keçiden sağlanmaktadır.

Küresel ısınmanın etkilerini gidermek amacı ile Kyoto Protokolü adı altında bir anlaşma hayata geçirilmiş ve bu anlaşmada "atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, iklime tehlikeli etki yapmayacak seviyelerde dengede kalmasını sağlamak" hedeflenmiştir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı basın bildirisine göre: "Kyoto Protokolü gelişmiş ülkelerin sera gazı salınımlarını 1990 yılına göre %5.2 azaltmalarını öngören bir anlaşmadır (protokolün uygulanmaması durumunda 2010 yılı salınım tahminleri dikkate alınır bu, %29'luk bir azalmaya karşılık gelmektedir). Amaç altı sera gazının 2008-2012 arası beş yıllık ortalama salınım değerlerini azaltmaktır. Ulusal hedefler **AB**ve başka bazı ülkeler için %8'lik, **ABD**için %7'lik,**Japonya**için %6'luk azaltma, **Rusya**için %0 değişiklik ve **Avustralya**için %8 ile **İzlanda**için %10'luk bir artış şeklinde çeşitlilik göstermektedir."Anlaşma Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto şehrinde görüşülmüş, 16 Mart 1998'de imzaya açılmış ve 15 Mart 1999'da son halini almıştır. Rusya'nın 18 Kasım 2004'te katılımıyla 90 gün sonra 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Aralık 2006 tarihinde toplam 169 ülke ve devlete bağlı örgütler anlaşmaya imza atmışlardır. İmza atmayan önemli ülkeler arasında ABD ve Avustralya gibi gelişmiş ülkeler haricinde, gelişmekte olan Türkiye gibi ülkeler de yer almaktadır. Çin ve Hindistan gibi bazı ülkeler ise anlaşmaya imza atsalar bile karbon salınımlarını azaltmak zorunda değillerdir. Anlaşmanın 25. maddesine göre anlaşma "Ek 1'de yer alan en az 55 ülkenin imzalaması ve bunun Ek 1 ülke salınımlarının en az %55'ine karşılık gelmesi durumunda, buna uyulduğu tarihten sonraki doksanıncı gün yürürlüğe girer." 55 ülke şartı 23 Mayıs 2002'de İzlanda'nın anlaşmayı kabul etmesi ile, %55 şartı da Rusya'nın 18 Kasım 2004'te anlaşmayı imzalaması ile sağlanmış, anlaşma 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Anonim, 2009) .

Kyoto Protokolüne göre, gelişmekte olan ülkeler anlaşma gereklerinden muaftırlar çünkü şu andaki iklim değişikliklerine neden olan salımların ana sorumlusu değildiler. Kyoto Protokolünü eleştirenler, gelişmekte olan ülkelerin ve özellikle Çin, Hindistan gibi ülkelerin yakın zamanda en fazla sera gazı salımı yapan ülkeler olacağını söylemektedirler. Aynı zamanda, protokol sınırlamaları yüzünden gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere çıkış olacağını ve dolayısıyla net sera gazı salımlarının değişmeyeceğini söylemektedirler. Kyoto Protokolüne göre ülkeler 2008 ile 2012 yılları arasında salımlarını 1990 yılına göre %5.2 düşürmekle yükümlüdürler. Pratikte birçok ülke belirli sanayi kuruluşlarına sınırlamalar koymuştur (kâğıt endüstrisi, enerji santralleri gibi). AB'de bu uygulama vardır ve birçok ülke de buna doğru kaymaktadır. Buna göre, belirlenen seviyeden fazla salım yapacağını anlayan bir şirket bir şekilde başka yerlerden **Karbon Kredisi** bulmak zorundadır. Bu da Karbon ticaretini ve borsasını ortaya çıkarmıştır. Kyoto protokolünde bir ülkenin salım hedeflerine uymadığına karar verilmesi durumunda, o ülke salım hedefi farkı ile birlikte fazladan %30 daha salımını azaltması gerekmektedir (Anonim, 2009).2004 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı taraf olan ancak uzun süre Kyoto Protokolü'nü imzalamayan Türkiye 30 Mayıs 2008'de Protokolü imzalayacağını resmen açıklamıştır. Başlangıçta tüm OECD ülkeleri gibi hem Ek 1 hem de Ek 2'de yer alan Türkiye, kendi başvurusu üzerine 2001'de Fas'ta yapılan toplantı da geçiş ülkesi sayılarak Ek 2'den çıkarılmıştır. Türkiye'nin, Kyoto Protokolüne katılımının uygun bulunduğuyla ilişkin kanun tasarısı 05.02.2009 tarihinde, TBMM Genel Kurulunda kabul edilerek yasalahaştır.

Türkiyede Küresel Isınma ve İklim Değişikliği, Hayvansal Üretimin Katkıları

Türkiye, IPCC Dördüncü Değerlendirme Raporuna göre, küresel ısınmadan en çok etkilenecek bölgelerden biri olan Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliğinin etkilerinin önlenmesi ya da en aza indirilmesi bakımından Türkiye'nin gelecekteki ikliminin tahmin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Türkiye ve Akdeniz bölgesi için iklim değişikliği öngörülerine yönelik bölgesel iklim modeli çalışmaları oldukça sınırlıdır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ile İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nün ortaklaşa yürüttüğü, "Türkiye için İklim Değişikliği Senaryoları" başlıklı TÜBİTAK projesi, bu tür çalışmaların ilklerinden sayılabilir. Türkiye'nin İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildiriminde de yer alan projenin ilk sonuçları (First National Communication, 2007; Önal and Semazzi, 2007) ve Doğu Akdeniz için gerçekleştirilen RegCM3 bölgesel iklim modeli çalışmasının analizleri (Önal ve ark., 2007), 2071-2100 döneminde IPCC SRES A2 senaryosuna göre Türkiye genelinde 2-3 °C sıcaklık artışı ve yağışlarda Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca azalma ile Karadeniz kıyısı boyunca artış öngörülmektedir. Giannakopoulos ve ark. (2005) tarafından WWF için yapılan çalışmada, sanayi öncesi değerlerde 2 °C'lik bir küresel sıcaklık artışının, 2061-2090 döneminde 1961-1990 ortalamasına göre Akdeniz'de 1-3 °C sıcaklık artışlarına yol açacağı belirtilmektedir. Maksimum sıcaklıklardaki artışların minimum sıcaklıklardaki artışlardan daha fazla olacağı, yıllık toplam yağışların genel olarak bölgede %20'lere ulaşan oranda azalacağı, buna karşılık Karadeniz kıyıları boyunca yağışların artacağı, mevsimsel yağışlardaki değişikliklerin kuzey-güney ve kış-yaz arasındaki karşıtlıklarla karakterize olduğu, en büyük yağış düşüşlerinin yaz mevsiminde görüleceği öngörülmektedir.

Buna ek olarak Türkiye'de 1901-2000 yılları arasında her 10 yılda bir sıcaklığın 0.2°C arttığı, yağışta ortalama %10 düşüş olduğu, 2071-2100 yılları arasında ise Samsun-Adana hattının batısında sıcaklığın 3-4°C ve doğusunda 4-5°C civarında artacağı bildirilmektedir (Anonim, 2002).

Diğer taraftan IPCC (1997) verilerinde farklı çağlarda ve fizyolojik koşullardaki sığır, koyun keçinin yıllık hayvan başına enterik ve gübre yolu ile yaydığı metan emisyon verileri ve 2001 yılı tarım sayım sonuçlarına göre hayvan mevcutlarına göre Türkiye'deki hayvansal kökenli metan emisyonuna ilişkin yaptığımız hesaplamalar çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2. Türkiye'de sığır, koyun ve keçilerin enterik ve gübre kaynaklı yıllık metan emisyonları

| Türler | Enterik, ton | Gübre, ton | Toplam, ton | Enterik,% | Tür, % |
|---------------|----------------|----------------|------------------|-----------|--------|
| Sığır | 675,394 | 108,457 | 783,850 | 86.16 | 76.53 |
| Koyun | 203,800 | 6,114 | 209,914 | 97.09 | 20.49 |
| Keçi | 29,600 | 888 | 30,488 | 97.09 | 2.98 |
| Toplam | 908,794 | 115,459 | 1,024,252 | | |

Hayvansal üretimde sera gazı, özellikle hayvanlardan (enterik fermentasyon), gübre ve yem üretimi için ya da mera için kullanılan alanlardan açığa çıkmaktadır. Bundan dolayı hayvan besleme, gübre yönetimi, saklanması ve yayılması ve yem üretimi için uygulanan sistemlere ilişkin bazı önlemlerin alınması önem taşımaktadır.

Ülkemizde ruminantlardan kaynaklanan metan emisyonunun yaklaşık 1 milyon ton olduğu, bunun %85'inden fazlasının enterik kökenli olduğu tahmin edilmektedir. Toplam emisyonun da %76'sının sığır popülasyonu kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir. DİE Çevre İstatistikleri Şube Müdürlüğü'nün istatistiklerinde 2000 yılı için enterik fermentasyon kaynaklı metan salınımının 692 bin ton ve gübre kaynaklı emisyonun ise 37.6 bin ton olduğu bildirilmiştir (TUIK, 2009)

Ülkemizde bu emisyonlara ilişkin yeterli çalışma mevcut değildir. Ayrıca hayvanlarımızın yemlenme koşulları, verim düzeyleri dikkate alındığında tarafımızdan IPCC verilerine göre yapılan hesaplamaların da sağlıklı olmayabileceği değerlendirilebilir. Zira ülkemizde özellikle ruminantların beslenmesi hasat artışı sindirimi düşük kaba yemlere veya kötü kaliteli ve yetersiz meralara dayalı yapılmaktadır. Bu bakımdan değerlendirme yapıldığında metan emisyonunun daha yüksek olması gerektiği değerlendirilebilir.

Ancak metan emisyonunun hayvanlarımızın kuru madde tüketimi ile ilişkili olduğu da bilinmektedir. Yetersiz yem alımının metan üretimini sınırlayabileceği ve ülkemizde rasyon dengelerinin yetersizliğinden kaynaklanan yüksek metan üretiminin nispeten istenmese de düşük yem alımı ile biraz daha telafi edilmiş olabileceği söylenebilir.

Hayvansal Üretim Küresel Isınmaya Etkileri

Son yıllarda entansif ve endüstriyel hayvansal üretim, geleneksel entegre hayvansal üretime göre 2 kat, merada otlatmaya dayalı ekstansif hayvancılığa göre 6 kat kadar daha hızlı gelişmiştir (Verge ve ark., 2007). Hayvansal ürün talebini karşılamaya yönelik olarak, 2050 yılına kadar hayvansal üretim sektörü kapasitesinin iki katına çıkması beklenmektedir (Steinfeld ve ark., 2006). Hayvansal üretimin entansifleşmesi sonucunda, sürübüyükülüğünün artış göstermesi nüfus yoğun bölgelerde arazi mevcudiyetinin az olması, entansif hayvancılık işletmelerin arazilerinin yetersiz hale gelmesi ya da tarımın diğer kolları ile rekabet edememesi, hayvan refahı konusunda ortaya çıkan olumsuz uygulamalar, gübrenin sağlıklı kullanılmaması, yüksek girdili üretimde hem hayvan düzeyinde, hem de toprak düzeyinde besin maddelerinin etkin kullanılmaması tehlikeli emisyon miktarını (fosfor, azot, metan, CO₂ gibi) artırmaktadır. Bu nedenle FAO'nun ilgili sektör uzmanı Steinfeld'e ait olan "bu günün en önemli çevre problemlerinin en önemli kaynağının hayvansal üretim olduğu ve bu konuda inisiyatif alınması gerektiği" görüşü hızla yaygınlık kazanmaktadır.

Karbondioksit Emisyonu:

Atmosferde en yüksek düzeyde bulunan ve üzerinde önemle durulması gerekli olan bir sera gazı CO₂'dir. Atmosferdeki CO₂ düzeyinin son 250 yıl içinde artış göstermesi, orman alanlarında hızlı azalışların meydana gelmesi ve fosil yakıtların yoğun olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. CO₂ emisyonunun ana nedeni 1970'li yıllarda başlayan hızlı sanayileşme eğilimidir. CO₂ atmosferde en yüksek düzeyde bulunan ve üzerinde önemle durulması gerekli olan bir sera gazıdır. IPCC (2007) 1750 yılında 280 ppm olan atmosferik CO₂ konsantrasyonunun 2005 yılında 379 ppm'e ulaştığını ve artışın yaklaşık %30 düzeyinde olduğunu bildirmiştir. Bu gün ortaya çıkan CO₂ emisyonunun en önemli kaynağının hayvansal üretim olduğu ve toplam emisyonun %9'una eşdeğer olduğu bildirilmektedir (Clark, 2001.). Buradaki emisyonun ana nedeni doğrudan hayvanın kendisi değildir. Yem üretimi, gübre üretimi, ürünlerin işlenmesi ve taşınması sırasında kullanılan enerji nedeniyle üretilen CO₂ bir etken olarak değerlendirilebilir. Örneğin 1 kg kesif yem üretimi 0.57-2.21 kg CO₂ üretimine neden olabilmekte ve çoğu kaba yemin üretiminde bundan daha az CO₂ üretilmektedir (O'mara, 2004). Benzer şekilde hayvan yemi üretiminde kullanılan suni gübrenin elde edilmesi için ciddi miktarlarda fosil yakıtlar kullanılmakta ve yılda 41 milyon ton CO₂ üretilmektedir (Steinfeld ve ark., 2006). Hayvan yemi üretimi amacıyla toprağa verilen azot, diazot oksit emisyonunu artırmaktadır. Diğer taraftan aşırı otlatmayla yok edilen meralar, mera alanı ve yem üretimi amacıyla tarım arazisi açmak üzere ormanların ortadan kaldırılması da CO₂ emisyonunun artmasında etkili diğer unsurlardır.

Diazot Oksit (N₂O) Emisyonu:

İnsan gıdası olarak üretilen bitkisel gıdalar, dengeli beslenme açısından tek başına yeterli değildir. Bitkisel üretime ek olarak bu kaynakların kullanılması sonucunda hayvanlardan elde edilen gıdalar da beslenmede oldukça önemli yere sahiptir. Dünyada üretilen mısırın yaklaşık %50'si, soyanın %80'i hayvansal üretimde kullanılmaktadır. Mısır üretimi ciddi miktarda azotlu gübre kullanımını gerektirmektedir (HSUS, 2008). Bu nedenle toprağa yem üretimi amacıyla verilen azot miktarı çok önemli boyutlara ulaşmaktadır. Toprağa büyük boyutlu sentetik gübre (azot) verilmesi küresel azot siklusunu önemli düzeyde bozmuştur. Bitkisel üretim için kullanılan fazla azotlu gübreler su kaynaklarında azotlu maddelerin düzeyini artırmaktadır. Milyonlarca ton hayvan gübresi de dikkate alınması gereken diğer ciddi bir konudur. Azot kirliliği toprağı, suyu ve havayı önemli düzeyde etkiler ve hayvansal üretim alanlarına yakın bölgelerde yaşayan toplumların hayat kaliteleri de bundan olumsuz yönde etkilenir. Büyük ölçekli hayvansal üretim yapılan çiftliklerdeki gübre lagünleri zaman zaman sızıntı oluşturabilmekte ve taşkınlarla akarsulara karışabilmektedir. Bunun en önemli örneklerinden biri 1995'te ABD'de bir domuz işletmesi gübre lagününün New River (Ribauda, 2003), 2005'te ise bir süt sığırtı işletmesinin gübre lagününün Black River'a boşalması (NYSDEC, 2006) nedeniyle ortaya çıkan yaygın balık ölümleri ve geniş boyutlu kirlenmelerdir.

Küresel ısınmaya etki bakımından da azotun etkisi çok şiddetli olabilmektedir. Örneğin diazot oksit (N₂O) bu bakımdan çok önemlidir. Bu gazın küresel ısınmaya katkı potansiyeli (GWP, global warmın potential) iki nedenle önemlidir. Bunlardan ilki atmosfer ozon tabakasının incelmesine neden olması, ikincisi ise son 150 yılda atmosferdeki konsantrasyonunun daha önce olmadığı kadar yükselmesidir. Steinfeld ve ark. (2006) hali hazırdaki konsantrasyonun 1750 yılındaki konsantrasyondan %16 daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

Sığır, koyun, keçi, manda, deve gibi ruminantların gübreleri depolandığında da ciddi miktarlarda diazotoksit gazı salınımı gerçekleşmektedir. Küresel N₂O emisyonunun yaklaşık %70'i bitkisel ve hayvansal üretimden, bunun da %65'i hayvansal üretimden kaynaklanmaktadır (Steinfeld ve ark., 2006). Benzer şekilde domuz ve tavuk gübreleri de havasız ortamlarda likit formda depolandıklarında ciddi metan ve N₂O emisyon kaynağıdır. Bos and Wit (1996) Dünya'da tavuk ve domuz gübresinin 2/3'ünde gübrelik yönetiminin sıvı gübreye dayalı olduğu bildirmektedir.

Diazotoksit emisyonunu düşürmek için (Clark, 2007; O'Mara, 2004; Gworgwor et al., 2006);

- Gübreyle atılan azot miktarının düşürülmesi,
- Hayvanlarda verimliliği artırıp, hayvan sayısının azaltılması (ancak bu çiftçiler için ekonomik anlamda sorun teşkil eder),
- Bitkisel üretimde toprağa uygulanan azot miktarının azaltılması,
- Hayvan beslemede rasyonda kullanılan azot miktarının düşürülmesi (ancak bu besin madde dengesizliği nedeniyle metan emisyonunu artırabilir) önerilerini yapmaktadırlar.

Metan Emisyonu:

Metan, CO₂ ile karşılaştırıldığında 23 kat daha fazla küresel ısınma etkisine (GWP) sahiptir ve atmosferdeki konsantrasyonu 1750 yılına göre %150 artmış durumdadır. Hayvansal üretim küresel olarak insan faaliyetleri kaynaklı metan üretiminin %16'sından sorumlu tutulmaktadır (Steinfeld et al., 2006). Watson ve ark. (1992) tarımsal kaynaklı yıllık metan emisyonunun %39'unun enterik fermantasyondan, %29'unun pirinç üretim alanlarından, %19'unun bitkisel artıkların yakılmasından ve %12'sinin hayvansal atıklardan kaynaklandığı hesaplanmıştır. Bole ve ark. (1986) ise biyolojik olmayan faktörlerin katkısını %32, pirinç üretim alanlarının katkısını %18, ruminantların katkısının %18, bataklıkların %13 ve diğer faktörlerin ise %6 olarak saptamışlardır.

Hayvanların bireysel olarak ürettikleri metan miktarı çok azdır. Örneğin ergin bir inek yıllık olarak yaklaşık 80-110 kg metan üretmektedir (O'Mara, 2004; USEPA, 2008). Ruminantlar bakımından esas problem dünyada mevcudiyetlerinin yaklaşık 1 milyarı bulması (FAO, 2008) ve emisyonu bu sayısal durumları ile ciddi katkı yapmalarıdır. Enterik metan üretimi, kötü kaliteli kaba yemlerle yemlenen sığırlarda alınan sindirilebilir enerjinin yaklaşık %15-18'ini bulabilir. Bunun nedeni de rasyonda bulunan besin madde miktarı ve dengesinin rumen mikroorganizmaları için yetersiz olması ve buna bağlı olarak yetersiz ve etkin olmayan mikrobiyal gelişmedir. ABD'de üretilen et ve süt sığırlarının atmosfere verdikleri metan miktarı tarımsal kaynaklı metanın %71'ini ve toplam metan emisyonunun ise %19'unu oluşturmaktadır (EPA, 2008; Steinfeld ve ark., 2006).

Hayvansal üretimin metan üretimine katkısı enterik fermantasyon etkinliğinin düşük olmasından ve gübrenin metan üretim kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklanır. Depolanan gübrenin metan üretim kapasitesinin yüksek olması, tavuk ve domuz gübresinin de ciddi bir metan kaynağı olmasına neden olmaktadır. Dünyada çiftlik hayvanları gübresinden kaynaklanan metan emisyonunun yaklaşık yarısını domuz gübresinden kaynaklanan metan emisyonu oluşturmaktadır. .

Küresel ısınma ve iklim değişikliği seyrini tahmin edilen hızda sürdürmesi durumunda, kuraklık, açlık ve toplumsal kargaşalara da neden olabilecektir. Zira dünyada çölleşme ve yerleşim alanlarının değişimi, gıda üretiminde düşüş ve su ihtiyacının karşılanamaması toplumsal kargaşaların temel nedeni olacaktır. Bu gibi durumlarda en çok etkilenecek olan toplum kesimleri çiftçiler ve tarım kesimidir. Dünyada hayvansal üretimle uğraşan insan sayısı yaklaşık 2 milyar civarındadır. Bunların yegane gelir kaynağı hayvancılıktır ve 200 milyon civarında da hayvan otlatarak yaşamını devam ettiren insan vardır.

Metan emisyonunun azaltılması için (Clark, 2007; O'Mara, 2004; Gworgwor et al., 2006);

- Hayvanlarda verimliliğin artırılarak hayvan sayısının azaltılması,
- Rasyonlarında kaba yem oranının azaltılıp, kesif yem oranlarının yükseltilmesi
- Daha az sera gazı salınımına olanak sağlayan kaba yem ve mera yem bitkisi üretmek Tanen ve saponin gibi maddeler içeriği yüksek alternatif yem bitkileri ve kesif yemler kullanmak,
- Rasyona bitkisel yağların eklenmesi
- Uçucu yağlar gibi ikincil bitki bileşenlerinin hayvan beslemede kullanımı

- Metanojen mikroorganizmaları baskılayacak ve onlarla yarışabilecek probiyotiklerin kullanılması, uygun yöntemler olarak tartışılmaktadır.

Diğer taraftan ormanların azalması, çölleşme, bitkisel üretimde bazı hastalıkların, hayvansal üretimde zoonozların ve bazı bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkması ve yenilenmesi vakalarında artma olabileceği bildirilmektedir (HSUS, 2008).

Hayvansal Kaynaklı Sera Gazı Üretiminin Azaltılma İmkanları

Genel anlamda daha öncede tartışıldığı gibi hayvansal üretime bağlı sera gazı emisyonunda doğrudan hayvanın katkısı enterik fermantasyondan kaynaklanmaktadır. Diğerleri dolaylı olarak yem üretimi, ürünlerin işlenmesi taşınması, gübrenin depolanması ve bitkisel üretimde kullanılması gibi dolaylı yollardan olmaktadır. Bu işlemler sırasında açığa çıkan en önemli sera gazı metandır. Doğrudan hayvan kaynaklı metan emisyonunun nedeni, rumende bulunan yemlerdeki besin maddesi fermantasyonunun etkin olmamasından ve mikrobiyal floranın besin madde gereksinmesinin yeterli ve dengeli olarak karşılanamamasından kaynaklanmaktadır.

Mikrobiyal fermantasyon aktivitesinin hem sindirim sisteminde hem de gübre lagünlerinde etkinleştirilmesi, üretilecek sera gazı emisyonunun azaltılmasında önemli payı bulunmaktadır.

Daha öncede ifade edildiği gibi doğrudan hayvan kaynaklı sera gazları üretiminin azaltılmasında temel prensip sindirim sisteminde besin madde kullanım etkinliğini artırmakla mümkün olacaktır. Metan üretimi havasız koşullardaki fermantasyondan kaynaklanmaktadır. Rumende besin maddeleri parçalandıktan sonra, havasız koşullarda uçucu yağ asitlerine, hidrojene, CO₂, NH₃'e fermente edilmekte ve daha sonra oluşan CO₂hidrojenle birleştirilerek metana indirgenmektedir (CO₂+4H₂->CH₄+2H₂O). Ayrıca havasız koşullarda üretilen hidrojen, uçucu yağların üretiminde de kullanılabilir (**Hidrojen üretimi:** PirüvatàAsetat(C2)+CO₂+2H; **Hidrojen kullanımı:** Pirüvat+4Hàpropionat(C3)+H₂O veya 2C₂+4Hàbutirat (C4)+2H₂O). Amaç burada fermantasyonun asetattan propiyonata doğru yönlendirilmesidir. Bu durumda metan üretimi azalmakta ve enerji kullanım etkinliği iyileşmektedir.

Yapılan çalışmalarda rasyondaki besin maddelerinin sindirilebilirliğinin artırılması öncelik olarak ele alınmaktadır. McGinn ve ark. (2004) yürüttükleri bir çalışmada rasyonda kaba yem oranının artmasının metan üretimini artırdığını, farklı nişasta kaynaklarının da metan üretiminde etkili olduğu ve kaba yeme dayalı rasyonlarda mısırın, kesif yeme dayalı rasyonlarda ise arpanın metan üretimini artırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde rasyonda enerji kaynağı olarak yağ kullanılması durumunda da rumende mikrobiyal flora ve enerji kullanım etkinliği değişmekte ve metan üretimi azalabilmektedir (McGinn ve ark., 2004; Beachemin et al. 2006). Bu durum, yağ kullanımı ile yemin fermente edilebilirliğinin düşmesi ve protozoaların inhibisyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, bir tahılın farklı çeşitlerinden farklı düzeyde metan üretilmesi de mümkün olabilmektedir. Ovenell-Roy ve ark (1998) kuzular üzerinde yürüttükleri çalışmada 4 farklı arpa varyetesinin metan üretiminin farklı olduğunu bildirmiştir. Benzer bildirişler Lovett et al. (2003) tarafından kaba yemler (çayırotu (ryegrass) varyeteleri) için bildirilmiştir. Bu değerlendirmelerden hareketle rasyonda kullanılan enerji kaynağı (Kaba/kesif yem oranı, tahıl kaynağı, nişasta yerine yağ kullanılması) gibi manipulasyonlar da dikkate alındığında metan üretiminin daha kapsamlı çalışmalarla sınırlandırılma yollarının ortaya konulmasının gerekli olduğu görülmektedir.

Reynold ve ark. (2001) etçi düvelerde rasyonda kesif yem oranının metan üretimine etkilerini araştırdıkları çalışmada rasyonda %75 yonca kuru otu ile %75 kesif yem içeriğini karşılaştırmışlar ve metan ile enerji kaybının yüksek kesif yem alanlarda ciddi boyutlarda düştüğünü saptamışlardır. Benzer şekilde Olivera ve ark (2007) rasyona kesif yem ilave edilen etçi sığırlarda metan emisyonunun gerilediğini ortaya koymuşlardır. Christophersen ve ark. (2008) koyunlarda rasyonda tahıl oranının artmasıyla metan üretiminin düştüğü gözlemiştir. Bu gerilemenin, kesif yemin artmasıyla birlikte düşen rumen pH'nın, düşük pH'ya duyarlı metanojenlerin azalmasından, protozoaların sayısının düşmesinden, rasyonda artan kesif yemin sindirim sisteminde kalış süresinin azalmasından (fermentasyon süresi kısalıyor), rumende oluşan hidrojenin uzaklaştırılmasında en önemli olaylardan biri olan propionat üretiminin artmasından dolayısıyla asetat/propionat oranının düşmesinden kaynaklandığı üzerinde durmuşlardır.

Rasyonda kullanılan enerji kaynaklarından biri olan yağ da metan üretimini önemli düzeyde düşürebilmektedir. Martin ve ark. (2008), süt sığırı rasyonlarında çiğ keten tohumu, ekstrude keten tohumu veya keten tohumu yağı kullandıkları çalışmada, keten tohumundan %5.7 oranında yağ temin edilen rasyonları tüketen sığırlarda metan

miktarının önemli düzeyde düştüğünü saptamıştır. McGinn et al. (2004), et sığırlarında metan emisyonunu düşürmeye yönelik olarak, monensin, ayçiçeği yağı, enzimler, maya ve fumarik asit kullanmış ve rasyonda yağ kullanımının metan üretimini ciddi boyutta düşürdüğünü belirlemişlerdir. Bununla birlikte Sauer ve ark. (1998), Siyah Alaca sığırlarla yaptıkları çalışmada TMR şeklinde düzenlenmiş rasyonlarda %3.5 soya yağı kullanılması durumunda metan ve CO₂ üretiminin değişmediğini bildirmişlerdir. Rasyonda yağ kullanımı ile metan üretiminde gözlenen azalmaların nedeni olarak: 1) Rumendeki hidrojenin bir kısmının doymamış yağ asitlerinin doyurulmasında kullanılarak metan üretimi için hidrojen varlığının azaltılması 2) Yağ asitlerinin mikroorganizmalar üzerine olan olumsuz etkileri nedeniyle, özellikle selüloz fermentasyonun azalması ve asetat/propiyonat oranının düşmesi 3) Metanojen bakterilerinin simbiyotik yaşadığı protozooların sayısındaki azalma gösterilebilmektedir.

Diğer taraftan Newbold ve Rode (2006), metan üretimini sınırlandırmanın son zamanlarda araştırılan en aktif konulardan biri olduğunu ve bu amaçla probiyotiklerin, organik asitlerin ve bitki ekstraktlarının kullanılabileceğini bildirmektedir. Bu uygulamalarda daha önce de ifade edildiği gibi hedeflenen rumen fermentasyonunun manipüle edilerek istenen yöne kaydırılmasıdır. Ancak bu konuda yürütülen çalışmalarda çoğu zaman in vitro ve in vivo sonuçların uyumlu olmadığı ve benzer çalışmalarda da uyumlu sonuçlar alınmanın mümkün olmadığı görülmektedir. Wallace (2004) alternatif doğal bitkisel yem katkılarının kullanılması ile ruminantlarda metan emisyonunu düşürmeye yönelik yürütülen bazı çalışmalardan önemli sonuçlar elde edildiğini bildirmiştir. Kamra ve ark. (2006), bitki ikincil komponentlerinin metan üretimini azaltabileceğini bildirmiş ve ikincil komponentleri içeren bitkiler arasında saponin içeren bitkileri, tanin içeren bitkileri ve uçucu yağlar içeren bitkilerin önemli rol oynadığını bildirmiştir. Araştırmacılar hem saponin içeren bitkilerin, hem de tanin içeren bitkilerin rumende protozoa sayısını azaltarak metan üretimini düşürdüğünü bildirmiştir. Patra (2004) rezene, karanfil, sarımsak, soğan ve zencefil uçucu yağının in vitro metan üretimini inhibe ettiğini saptamıştır. Bununla birlikte Beauchemin ve McGinn (2006) rasyonda kullanılan esansiyel yağın toplam metan emisyonu, kg kuru madde alımı başına metan üretimi ve alınan brüt enerjinin yüzdesi olarak metan ile kaybedilen enerjinin değişmediğini bildirmişlerdir.

İkincil bitki komponentlerinin miktarı ve etkinlikleri, bitkiye, toplandığı bölgeye ve konumuna göre değişim göstermektedir. Bitki ekstraktlarının etkinlikleri, içerdikleri antimikrobiyel, anti protozoal, antioksidan maddelerden kaynaklanmaktadır. Ülkemizin botanik kompozisyonu, bitki esansiyel yağları üretme ve çeşitliliği konusunda ciddi avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle ülkemizde var olan bitki uçucu yağlarının enterik metan üretimini düşürme kapasitelerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bitki uçucu yağlarının, antimikrobiyel, antiprotozoal ve antioksidan özellikleri yaygın olarak araştırılmış ancak metan emisyonuna etkileri konusundaki potansiyelleri belirlenmemiştir.

Ruminantlarda verimlilik doğrudan rumende besin madde kullanım etkinliğinin iyileştirilmesine bağlıdır. Son zamanlarda tarafımızdandan yürütülen tercihli yemleme çalışmalarında, tercihli yemlemenin ruminantlarda besin madde kullanım etkinliğini artırabileceğini, rumen fermentasyonunun manipülasyonu ve optimizasyonunu sağlayabileceğini bildirilmiştir (Gorgulu ve ark., 1996; Gorgulu ve ark., 2003; Yurtseven ve Gorgulu, 2004; Gorgulu ve ark., 2008). Tercihli yemlenen hayvanlar rumen koşullarını optimize etmek, rumen mikroorganizmaları ve hayvanın besin madde gereksinimlerinin senkronize edilmesine izin vermektedir. Zira hayvanlar gereksinim duydukları zamanda ve gerekli miktarda yem alma serbestisine sahiptirler. Yurtseven ve Oztürk (2008) tercihli yemlenen koyunlarda metan ve CO₂ emisyonunun azaldığını saptamıştır. Bu bakımdan farklı fizyolojik koşullarda ve farklı türlerde tercihli yemlemenin sera gazları üretimine etkilerinin ortaya konmasının gerektiği değerlendirilmektedir.

Wallace ve ark. (2006), koyunların rasyonlarına 0.1 düzeyinde fumarik asit eklenmesi sonucunda metan gazı emisyonunda 0.4-0.75 düzeyinde gerilemeler olduğunu bildirmiştir (O'Mara ve ark., 2008). Öte yandan bazı araştırmacılar malate ile beslenen etçi sığırlarda metan emisyonu bakımından bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Bu yönde yapılan çalışmalarda rasyona organik asit ilavesinin ekonomikliği üzerinde de durulmuş ve bu uygulamanın maliyetinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Foley ve ark., 2007; McGinn ve ark., 2004).

Hayvansal Üretimde Sera Gazı Üretimini Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Sera gazlarının, özellikle metan emisyonunun %70'i insan etkisi ile gerçekleşmektedir. Ruminant çiftlik hayvanları özellikle gübre üretimi ve gastro-intestinal fonksiyonları ile bu miktarın %18'inden sorumludurlar. Hayvansal ürünlere karşı talep oldukça yüksek olsa da toplumun sera gazı emisyonundaki rolü nedeni ile hayvansal üretimi baskılamaya yönelik bazı yaptırımlar ortaya çıkmaktadır.

Özellikle sindirim sistemindeki metan emisyonu gübre ile atılandan yaklaşık olarak 10 kat daha fazladır. Ruminantlarda rumen sıvısı içeren tampon ortamların inkübasyonu sonrasında toplam gaz üretiminin ölçülebilmesi için farklı yöntemler kullanılabilir. Bunlar ;

1. Solunum odası yöntemi,
2. Gaz maskesi yöntemi,
3. SF6 yöntemi (Sulfur hexafluoride tracer techniques),
4. *In vitro* metodlar

-Kızılötesi fotoakustik spektroskopisi ile izlenebilir gaz analizi (TGA):

-Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR);

-Kütle Spektroskopisi (MS):

-Akort diyot lazer absorpsiyon spektroskopisi (TDLAS)

-Gaz kromatografisi

İlk dört metod oldukça pahalı ancak sera gazı belirlenmesinde en doğru sonuçları veren yöntemlerdir.

1. Meradaki hayvanlar için kullanılan tünel metodu

Solunum odası yönteminde yem israfı minimum düzeydedir, iklim koşulları tam olarak kontrol edilebilmekte, hayvandan elde edilen veriler sağlıklı olarak kayıt edilebilmektedir. SF6 yöntemi, özellikle meraya dayalı yetiştirilen hayvanlarda kesin veriler elde edildiği için tercih edilmektedir. Solunum odasına göre daha ucuz bir yöntemdir. *In vitro* metodlar, çok sayıda örnek gerektirdiği için uygulamada sıkıntılara neden olmaktadır. Özel alet ekipman altyapısı gerektirmektedir. Aynı zamanda yemlerin sindirilebilirliğini ölçmede de kullanılabilirler.

Küresel Isınmanın Hayvancılık Üzerine Etkileri

Küresel ısınmanın hayvanlar üzerine etkileri fiziksel çevre, biyolojik çevre, kimyasal çevre ya da iklimin direk etkileri olarak ortaya çıkmaktadır. Fiziksel çevre koşulları, bakım besleme koşullarında ortaya çıkacak etkilerle kendini göstermektedir. Ekstrem iklim koşullarından dolayı (çok sıcak yada çok soğuk) barındırma daha maliyetli hale gelmekte, üreme, süt ve et verimi gibi performansa yönelik bazı özelliklerde gerilemeler ortaya çıkabilmektedir. Ekstrem sıcak koşulların sağmal hayvanlarda süt kalite ve kantitesi üzerinde etkili olduğu , laktasyon süresinin kısalmasına neden olduğu yürütülen çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Beede ve ark. 1985, Chase ve ark. 1988, Bucklin 1991, Alnaimy ve ark. 1992). Üreme performansına yönelik olarak yürütülen çalışmalarda ise fertilitenin düştüğü (Alnaimy ve ark 2002; DeRensis ve Scaramuzzi 2003; Drew, 1999), östrusunun tam tespit edilememesine bağlı olarak ilk tohumlama süresinde uzama ve gebelik oranında düşme (Alnaimy ve ark 2002; DeRensis ve ark., 2002), yüksek atmosfer sıcaklığı nedeni ile artan vücut sıcaklığından dolayı uterusu gelen kan akımında bir azalma ve buna bağlı olarak uterusun sıcaklıkta artış olmakta, fertilizasyon oranını düşmekte, embriyonik gelişimi sınırlanmakta ve erken embriyonik ölümler artmaktadır (DeRensis ve ark., 2002). Ayrıca yavruların büyümesi ve gelişmesi de bu koşullar tarafından negatif yönde etkilenmektedir (Koluman Darcan ve ark., 2009; Çoban ve ark., 2008, Darcan, 2005). Beside ise yem tüketimde azalma, yemden yararlanma oranında düşme ve besi süresinin uzamasına neden olduğuna yönelik bildirişler bulunmaktadır (Davis ve ark 2001a; Davis ve ark 2001b Göncü ve Özkütük , 2003; Silanikove, 2000; Harner ve ark. 1999; Linn 1997)

Hayvanlara verilen yemin kalite ve miktarı, besleme stratejileri, meraların mevsimsel olarak kullanılabilirliği, genetik çalışmalar (melezleme vb.), hayvan sayısı, hayvan sağlığı gibi konularda iklim değişikliği indirekt olarak etkili olmaktadır. Hayvanlara verilen yemin kalite ve kantitesi, hazırlanan rasyonlarda önem taşımaktadır. Hayvan yemi olarak kullanılan dane (arpa, buğday vb.) yemler, yağlı tohum artıkları (pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi vb.), rasyonların besleme değerini kaybetmeden en düşük maliyetle hazırlanmasını olanaklı kılmaktadır (Koluman Darcan ve ark., 2009) .

Su kaynaklarının ve bitkisel üretim yapılabilir alanların azalması nedeni ile mera ya da yem bitkisi üretimi sektöre uğrayacaktır. Bitkisel üretim yapılabilir alanlar deniz suyu seviyesinin yükselmesi, kuraklık ya da tuzluluk gibi nedenlerle daralacağı için, var olan alanlarda öncelikle insanların beslenmesine yönelik gıdalar üretilmesi yönünde eğilimler olacaktır. Hayvan yemi üretiminin rekabet gücü, ekonomik nedenlerden ve önceliklerden dolayı azalacaktır. Buna bağlı olarak hayvanlarda besleme sorunlarının ortaya çıkmasında beklenen birinci durum rekabet gücünün azalması olarak kendini gösterecektir. Yağış rejimi değiştiği için tarım arazilerinin bir bölümünde kuraklık, bir bölümünde ise tuzluluk sorunu yaşanacaktır. Dolayısı ile bitkisel üretim yapılan alanlarda yem bitkisi ile alternatif bitki yetiştiriciliği konusunda rekabet yaşanacak ve burada maliyet ön plana çıkacaktır. Ayrıca vejetasyonda kısıtlı su kaynaklarına daha dayanıklı olan, tuzluluğa dayanıklı, bodur, odunsu, uzun köklü ve yaprak şekli su depolamaya müsait bitki çeşitleri ön plana çıkacaktır. Bu da gelecekte yetiştirilecek olan bitki deseni üzerinde etkili olacaktır (Koluman Darcan ve ark., 2009).

Verim özellikleri ve verimlilik bakımından yetiştirilen hayvanların genetik olarak iyileştirilmesi çalışmaları sürekli olarak gündemde yer almaktadır. Ancak yerli hayvanların her türlü koşulda verimliliğini devam ettirebilmesi ve çevrenin olumsuz etkilerine karşı avantajlı olması dikkate alınması gerekli olan bir konudur. Bu nedenle genotip üzerinde yürütülen çalışmaların seleksiyona dayalı olması gerekmektedir. Yerli gen kaynaklarının, yaşam süresi, hayvan sağlığı, üretkenlik gibi özellikleri de sera gazı emisyonu üzerinde etkili olduğu için, bu yönden de melez ırklara göre avantajlarını iklim değişiklikleri söz konusu olduğunda da devam ettirebileceklerdir Aynı zamanda anatomik ve fizyolojik yapıları nedeni ile kısa sıcak dalgalarından daha az etkilenmekte ve sahip oldukları mekanizmalar yardımı ile yüklenen ekstra ısıyı vücutlarından kolaylıkla atarak vücut sıcaklıklarını devam ettirebilmektedirler. Özellikle sıcağa ve soğuk koşullara dayanma güçlerinin oldukça iyi olduğu yürütülen bazı çalışmalarla ortaya konulmuştur. Verim düzeyine ek olarak yaşam süresi de iklim değişikliklerinden etkilenebilecek özelliklerdendir. İklim değişikliğine bağlı kuraklık, sel ve epidemik hastalık gibi olaylarda artış beklenmektedir. Bu nedenle özellikle kurağa ve hastalıklara dayanıklı hayvanların üretimde kullanılmaya başlanması önem taşımaktadır. Deri, kıl tipi, ter bezi kapasitesi, zor koşullarda üreme ve verimi devam ettirme yeteneği, hastalıklara ve parazitler karşı dayanıklılık, metabolik ısı üretimi, susuzluğa tolerans, anatomik ve morfolojik yapı gibi adaptasyona yönelik bazı özelliklerde iklim değişikliklerinde ortaya çıkabilecek önemli etkililerdir (Koluman Darcan ve ark., 2009).

Hayvan sağlığı bakımından bazı hastalıklar gelecekte tedavi masrafları, verim kayıpları ve bağımsızlık açısından hayvancılıkta önemli bir tehdit oluşturacaktır (mavi dil ve gastroenterit vb). Bu hastalıkların ortaya çıkarak sorun oluşturmasına kısılan ve 15° C üzerinde seyreden soğuk mevsimlerin azalması sonucu hastalık vektörlerinin daha kolay çoğalması ve atmosfer sıcaklığının yükselmesi gibi birçok etkiler rol oynayacaktır. Küresel ısınmanın sosyo-ekonomik yönden etkileri ise özellikle doğal kaynakların sınırlı olduğu koşullarda gıda yetersizliği şeklinde yüksek düzeyde etkili olabilecektir. Buna bağlı olarak üretimde doğal olmayan kaynaklar yaygın hale gelecek ve birim alandan daha yüksek verim elde etmek için konvansiyonel yöntemler geliştirilip kullanılacaktır. Dolayısı ile dengesiz ve sağlıksız beslenme ortaya çıkabilecektir. Hayvansal proteinin özellikle büyümekte olan bebeklerin vücut ve mental sağlığı bakımından çok önemli olduğu bilinen bir gerçektir. Bu nedenle hayvansal üretimde sürekliliğin sağlanması sağlıklı toplum perspektifi içinde değerlendirilmelidir. Ayrıca sanayileşme hızla artacak, enerji sorunu ortaya çıkacaktır (Koluman Darcan ve ark., 2009).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda büyük bir tehdit altında olan ülkemizde bilim adamları tarafından ortaya konulan senaryo ve öngörüler dikkate alınarak geleceğe yönelik stratejik planlamalar yapılması özellikle Kyoto Protokolüne taraf olduğumuz süreç içinde daha da büyük önem taşımaktadır. Buna bağlı olarak sera gazı emisyonunda etkin olan hayvancılık sektöründe bazı uygulamalar, bölgesel stratejik planlamalar ve bunlara yönelik politik ve sosyo-ekonomik yapılanmalar, oluşacak negatif etkilerin en aza indirgenmesi açısından önem taşımaktadır. Yukarıda sözü edilen uygulamalara yönelik olarak, multidisipliner bilimsel araştırma ve işbirliği programlarının öncelikli olarak gündeme alınması gelecekte Türkiye'de hayvansal üretim, gıda güvenliği ve beslenme konularının sorunsuz olarak yürütülmesi açısından avantaj sağlayacaktır.