

## **Tarımsal Üretimde Sera Gazları ve Karbon Ayak İzi**

**Güvenç ŞAHİN**

**Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü  
Aydınlıkevler, ANKARA  
guvencsahin@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 01.07.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 05.09.2016

**Özet:** Her geçen gün gelişmekte olan dünyamız bu gelişim ve hızlı nüfus artışı nedeniyle gün geçtikçe daha fazla enerji ve yiyecek ihtiyacı duymaktadır. Tüm bu enerji ve yiyecek üretimi beraberinde belirli seviyede olumsuz etkilere sahip yan ürünler ve atıklar meydana getirmektedir. Günümüzde bu atıkların sınıflandırılması ve dünyamıza olan etkilerini ölçebilmek amacı ile karbon ayak izinin takibi ve değerlendirilmesi son derece önemli bir konu haline gelmiştir. Üretim sonrası ortaya çıkan sera gazlarının belirlenebilmesi ve ne şekilde azaltılabileceğine yönelik çalışmalar dünyamızın geleceği açısından son derece önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada sera gazları ve karbon ayak izi konularının detaylı olarak açıklanması ve tarımsal üretimde bu karbon ayak izlerinin ne şekilde karşımıza çıktığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Karbon ayak izi, sera gazı

### **Greenhouse Gases and Carbon Footprint in Agricultural Production**

**Abstract:** Our world is developing each passing day and this progress and fast growth on population needs more energy and food sources. This growing food and energy production bring with some wastes and subsidiary products that can be hazardous. In our modern day, it's very important to categorize and measure these wastes and subsidiary products with carbon footprint. Detecting and minimizing the greenhouse gases that produced as subsidiary products has become a vital subject for the future of our world. In this study, greenhouse gases and carbon footprint subjects are described in details and also point on how carbon footprints related to agricultural production.

**Key words:** Carbon footprint, greenhouse gases

### **GİRİŞ**

Dünyamızda her geçen gün gıda, enerji ve üretim temelli sektörlerle olan talep artmakta ve bu durum beraberinde daha yüksek kapasiteli üretim sistemlerinin kurulmasını ve entegre üretim faaliyetlerine yönelimi arttırmaktadır. Son yıllarda özellikle yenilenebilir enerji sektöründe mevcut teşviklerin artması (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015) ve tüm dünyada yenilenebilir enerjiye olan ilginin gelişmesi sayesinde; enerji üretimi sonuçlu ortaya çıkan yan atıklar ve zararlı maddeler azalmaya başlamış ve bu konuda bir farkındalık oluşmuştur. Aynı şekilde sanayi temelli üretim sistemleri de genel olarak kategorize edilebilir ve ölçülebilir değerlerde yan

ürünler ve atıklar oluşturmaktadırlar. Ancak tarımsal üretim sonucu ortaya çıkan yan ürünler daha zor ölçülebilir olduklarından dolayı uzun süre oluşturdukları zararlı atıklar ihmal edilmiş ve takip edilmemiştir. Bu noktada karbon ayak izi ölçümlenmesi sayesinde tarımsal üretim sonucu ortaya çıkan zararlı atıkların ölçümlenebilmesi, diğer sektörlerle göre ne oranda atık oluşturduklarının belirlenmesi ve bunu önlemek için faaliyete geçilmesine olanak vermektedir.

### **İklim değişikliği, sera gazları ve karbon ayak izi**

Enerji kullanımı, ulaştırma, sanayi, tarım, fosil yakıtların fazlaca kullanılması sonucunda doğal ve endüstriyel sera gazı oranları gün geçtikçe artmıştır. Dünyanın önemli bir sorunu olarak kendisini gösteren iklim değişikliği "atmosferdeki sera gazları birikimlerinin insan kaynaklı etkilerle aşırı derecede artması ile birlikte küresel iklim sisteminde ve bunun sonucunda ekosistemlerde gerçekleşen değişiklikleri" ifade etmektedir (Arıkan, 2016).

Sera gazları güneşten gelen ve yerden yansıyan radyasyonu tutarak atmosferin ısı dengesini sağlamaktadır. 20. yüzyılda karımıza çıkan atmosferimizin ısınmasının başlıca nedenlerinden biri ise insan faaliyetleri sonucu çeşitli sera gazlarının salınımının artması ve buna bağlı olarak daha fazla güneş radyasyonu tutularak yerkürenin ısınmasıdır (Bekiroğlu, 2011).

İklim değişikliği küresel bir sorun olup, bu konuda tüm dünya ülkeleri birlikte hareket etmektedirler.

1992 yılında 3-14 Haziran tarihleri arasında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında (Rio Dünya Zirvesi), United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi-BMİDÇS) imzaya açılmıştır. Bu sözleşmenin amacı; atmosferde serbest haldeki sera gazı birikimlerinin, genel anlamda iklim üzerindeki insan kaynaklı etkisini önleyecek düzeyde başarmaktır. Aynı zamanda böyle bir başarıya ulaşırken ekosistemin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlaması, gıda üretiminin zarar görmemesi ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devam etmesi amaçlanmıştır (DSİ Genel Müdürlüğü, 2016).

BMİDÇS 3. Taraflar Konferansı 1997 yılında Kyoto'da toplanmıştır. Bu konferansta kabul gören Kyoto Protokolü, BMİDÇS'nin esas amacına ulaşmak için atılan ilk somut adımdır. Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Arıkan, 2006). Protokol ülkelerin atmosfere bıraktıkları sera gazı etkisi yaratan gazların oranını 1990 yılındaki seviyeye çekilmesini öngörmektedir. 1997 yılında imzalanan protokolün ancak 2005 yılında yürürlüğe girebilmesi ise, protokolü imzalayan ülkelerin ancak 8 yılın sonunda, 1990 yılındaki emisyon seviyelerine ulaşması olarak gösterilmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri konusunda mücadeleyi sağlamak

amacıyla imzalanan Kyoto Protokolü ile protokolü imzalayan ülkeler, sera etkisine neden olan 6 gazının salınımını azaltmayı, eğer bu yapılamıyorsa karbon ticareti yolu ile haklarını arttırmayı kabul etmişlerdir (Bekiroğlu, 2011).

Kyoto Protokolünde baz alınan gazlar (Çizelge 1); Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), Metan (CH<sub>4</sub>), Nitroksit (N<sub>2</sub>O), Hidrofloro Karbonlar (HFCs), Perfloro Karbonlar (PFCs) ve Sülfür Heksaflorit (SF<sub>6</sub>)'dir. Bu gazlar arasında en tehlikeli olan Sülfür Heksaflorit ve en az tehlikeli olanı ise Karbon Dioksit olarak tanımlanmaktadır. Ancak atmosferdeki miktarı açısından CO<sub>2</sub> diğer gazlara oranla çok yüksek seviyede olmasından dolayı çevreye verdiği zarar açısından en tehlikeli gaz CO<sub>2</sub>'dir (Bekiroğlu, 2011).

İnsan faaliyetleri sonucunda oluşmuş olan bir ürünün tüm hayat evresinde doğrudan ya da dolaylı şekilde ortaya çıkardığı karbondioksit salınımının toplam miktarına karbon ayak izi adı verilmektedir (Wiedmann and Minx, 2008). Karbon ayak izinin birimi "ton.CO<sub>2</sub>-eşdeğer" ya da kg.CO<sub>2</sub>-eşdeğer" olan karbon ayak izi; bazı yasal zorunluluklar, sosyal sorumluluk, pazarlama stratejileri ve emisyon ticaret mekanizmalarına katılım gibi farklı amaçlar doğrultusunda kurumlarca hesaplanmaktadır. Karbon ayak izi kişisel ve kurumsal olarak iki başlık altında incelenebilmektedir (Bekiroğlu, 2011).

İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan karbon ayak izinin daha net anlaşılabilmesi için ulaştırma, gıda üretimi, barınma, ürün ve hizmet parametreleri altında incelenmelidir. Her bir parametrenin hesaplanması sırasında, o ülkenin sosyal ve ekonomik yapısı farklılık göstermektedir. Ulaşım parametresi altında yakıt kullanımı birincil ayak izini oluştururken toplu taşıma, hava ulaşımı ve otomobiller ikincil ayak izi parametreleri olarak listelenmiştir. Barınma parametresi altında doğalgaz birincil ayak izi parametresi olup elektrik, su ve atık ile ısınma ikincil ayak izi parametreleridir. Gıda parametresinin altında tahıl, sebze, meyve ve et; Ürün parametresinin altında giyim, ev ürünleri ve kişisel bakım malzemeleri; Hizmet parametresinin altında ise sağlık, eğlence ve eğitim ikincil ayak izi parametreleri olarak yer almaktadır. Evsel enerji tüketimi ve ulaşım amaçlı fosil yakıtların yanmasından ortaya çıkan CO<sub>2</sub> salınımı birincil ayak izi, kullanılan ürünlerin tüm yaşam döngüleri ile ortaya çıkan CO<sub>2</sub> salınımları ise ikincil ayak izi ölçüsüdür (Ertekin, 2012).

### **Tarımsal üretimde sera gazı salımı**

TÜİK tarafından yapılan hesaplama sonucunda ortaya çıkan sera gazı emisyon envanterine göre; 2013 yılında toplam sera gazı emisyonu CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak 459,1 milyon ton (Mt) olarak tahmin edilmektedir. Bu değer içerisinde en büyük pay %67,8 ile enerji kaynaklı emisyonlarıdır. Enerji kaynaklı emisyonları sırasıyla %15,7 ile endüstriyel işlemler, ürün kullanımı %5,7 ile tarımsal faaliyetler ve %5,7 ile atıklar takip etmektedir. Sera gazları ve oranları Şekil 1'de verilmektedir (TÜİK Haber Bülteni, 2015).

Türkiye'de sera gazları oluşumunda tarımın etkisi yoğun olarak N<sub>2</sub>O ve CH<sub>4</sub> gazlarında görülmektedir. Tarımsal faaliyetler atıkla birlikte N<sub>2</sub>O gazı salımında %79,4 ve CH<sub>4</sub> salımında ise %46,5 etkili olmaktadır (TÜİK Haber Bülteni, 2015).

Tarımsal üretim kaynaklı sera gazı salımı 3 ana başlıkta incelenebilir. Bunlar;

- Hayvancılık,
- Çeltik Tarlaları,
- Diğer Faaliyetlerdir.

### **Hayvancılık kaynaklı sera gazları**

Kyoto Protokolü'nde listelenen sera gazlarından biri olan metan (CH<sub>4</sub>)'ın üretimine katkısı olan insan kaynaklı (Antropojenik) aktivitelerden biri de hayvansal üretim yapan işletmelerdir. Dünya nüfusunun hızlı artışı ile gıda sektörünün buna paralel büyümesi sonucu et-süt sığırcılığı, süt endüstrisi ve kümes hayvancılığının gelişmesi sonucunda hayvansal üretim tesislerinin oluşturduğu çevre kirliliği önemli miktarlarda artmıştır (Sirohi ve Michaelowa 2004).

Çiftlik hayvanlarından ortaya çıkan atıklardan amonyağın asit yağmurlarına neden olduğu ve metan gazının ise sera etkisine yol açarak küresel çapta sorunlara neden olduğu ve çevreye olan olumsuz etkileri yapılan çalışmalar sonucu ortaya konulmuştur (Bauer, 1994).

Küresel çapta metan ve diazotmonoksitin küresel ısınma üzerinde toplam katkısının %17–27 aralığında olduğu ifade edilmektedir. Tüm bu metan salımı içerisinde hayvansal kaynaklı metan salımının oranı %21'dir (Bauer, 1994).

2002 yılında EPA (U.S. Environmental Protection Agency) tarafından yapılan bir araştırmaya göre ABD'de insan kaynaklı aktiviteler sonucu oluşan metan salımının yaklaşık olarak 545 milyon ton CO<sub>2</sub>'e eşit olduğu ve bunun yaklaşık %28'inin hayvancılık

sektöründen kaynaklandığını belirlenmiştir (U.S. EPA, 2016).

Küresel ısınmada önemli etkilere sahip ve Kyoto Protokolünde listelenmiş 6 gazdan ikisi olan metan (CH<sub>4</sub>) ve diazotoksit (N<sub>2</sub>O)'ün hayvanlarda salımı 2 farklı şekilde olmaktadır (Demir ve Cevger, 2007).

#### **1. Sindirim sürecinde (Enteric Emission)**

Hayvanlarda sindirim sürecinde oluşan emisyon gıdaların öğütülmesi sırasında fermantasyon kaynaklıdır ve gaz atımı şeklinde gerçekleşmektedir. Enterik fermentasyon sonucu dünyada hayvanların oluşturduğu metan gazı miktarının 72–99 tg/yıl (1 tg= 1 milyon ton) olduğu hesaplanmıştır. Tüm dünyadaki metan salımında enterik fermentasyon sonucunda dışarı atılan metan oranı ise %16 olarak tahmin edilmektedir (Crutzen et al., 1986).

#### **2. Hayvan atıkları (Manure Management)**

Hayvan gübresindeki proteinler, karbonhidratlar, v.b. organik bileşiklerin anerobik ortamda çürümesi sonucunda metan gazı oluşmaktadır (Demir ve Cevger 2007). Küresel çapta çiftlik hayvanlarının atık ve gübrelerinden salınan metan gazı miktarı 9.3tg/yıl'dır (Scheehle 2002). Bu değer küresel toplam metan salımının %5'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Demir ve Cevger 2007).

Yeni Zelanda'da yapılan bir araştırmada hayvanların cinsi, yaşı ve kullanım amacına göre ürettikleri CO<sub>2</sub> eşdeğeri emisyon değerleri Çizelge 2'de görülmektedir (Wheeler et al., 2013).

Çizelge 2'de görüldüğü üzere, hem mandıralar (süt sığırı yetiştiriciliği) hem de besi sığırı çiftlikleri önemli miktarlarda CO<sub>2</sub> emisyonuna neden olmaktadır. Sütten kesilmiş kuzu ve sütten kesilmiş buzağılar yüksek miktarlarda CO<sub>2</sub> emisyonu oluşturmaktadırlar. Öte yandan özellikle besi sığırı çiftliklerinde ziyan olan hayvanların oluşturdukları CO<sub>2</sub> emisyonu üretim sırasında ortaya çıkan ve ürünlerin neden olduğu CO<sub>2</sub> emisyonundan fazladır.

### **Çeltik tarlaları kaynaklı sera gazları**

Çeltik tamamen sulu zeminlerde üretilmektedir. Çeltik tarlalarında bulunan suyun içerisindeki organik maddelerin oksijensiz ortamda ayrışması sonucu metan gazı ortaya çıkmaktadır.

Çeltik tarlalarının sulanması ile birlikte organik maddelerin ayrışması, su içerisinde bulunan oksijeni tüketmektedir. Ortamda bulunan oksijen tükendiğinde ortamda bulunan metanojenik bakteriler metanın açığa çıkmasını sağlar. Çeltik tarlalarından salınan

metan gazı miktarı birkaç parametreye bağlıdır. Bu parametreler ayrışacak organik madde miktarı, sulama tipi, sulama miktarı ve benzeri parametreler olarak sıralanabilir (Aydın et al., 2011).

### **Diğer tarımsal kaynaklı faaliyetler**

Sera gazı salınımına neden olan diğer tarımsal kaynaklı faaliyetler; sava ve tarımsal atıkların yakılması, tarımsal topraklarda azotlu gübre kullanımı ve biyokütlenin açık alanlarda yakılması olarak sıralanabilir (Aydın et al., 2011).

Küresel ısınmaya neden olan sera gazları temelde fosil yakıtların yakılması (enerji ve çevrim), sanayi ve üretim (kimyasal süreçler ve çimento üretimi), ulaştırma ve taşımacılık, arazi kullanım değişikliği, katı atıkların yönetimi ve saklanması, tarımsal üretim ve yönetim (hayvancılık, gübreleme, anız yakmak, çeltik üretimi) etkinliklerden kaynaklanmaktadır. Tarlalarda yapılan üretim sonrası üreticilerin daha kolay sürüm işlemleri ya da daha kolay tohum yatağı oluşturmak amacı ile anız ve yabancı otları yakması hem topraktaki organik madde kaynağının büyük bir bölümünü yok etmekte hem de atmosfere fazla miktarlarda CO<sub>2</sub> salınımına neden olmaktadır. Üreticilerin bilinçlendirilmesi sağlanmalı ve anız yakılmasının önüne geçilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Mevcut yasal düzenlemelerde anız yakılmasına ait birçok yasa olmasına karşın; halen birçok üretici anız yakmaktadır. Fosil yakıtların yanması ve tropik orman yangınları, orman yangınları anız yakmaya oranla %19 oranda daha fazla sera gazı salınımına neden olmaktadır ancak yine de ülkemizde anız yakmak küçümsenmeyecek boyutlara ulaşmıştır (Cangir et al., 2016).

Azotlu gübrelerin kullanımı, artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarının karşılanabilmesi açısından bir zorunluluk olmasına karşılık, düşük oranda azotlu kullanım etkinliklerinin önemli çevresel sorunlara yol açtığı bilinmektedir. Azotlu gübrelerin kullanımı toprak ve su kalitesinin bozulmasına, yer altı ve üstü su kaynaklarının kirlenmesine, hava kirliliğine, biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açtığı gibi sera gazı emisyonunu da yükseltmektedir. Sonuç olarak sadece insanların değil tüm canlıların sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle azotlu gübrelerden meydana gelen kayıpların azaltılması ve azot kirliliğinin düşürülmesi için yavaş ve kontrollü salınımlı gübrelerin

kullanımı, nitrifikasyon ve üreaz inhibitörlerinin kullanımı yoluyla azotlu gübrelerin kullanım etkinliğinin artırılması yöntemleri önerilmektedir (Tolay et al., 2010).

### **SONUÇ ve ÖNERİLER**

Küresel ısınma ve iklim değişikliği konuları günümüzde dünyamızın geleceği adına en çok endişe duyulan konular arasında sıralanmaktadır. Doğanın insan kaynaklı kirlenmesi ve özellikle sera gazlarının etkileri bu küresel çaptaki ısınmayı ve iklim değişikliği hareketlerini hızlandırmakta ve olumsuz yönde etkilemektedir. Tarımsal üretim kaynaklı sera gazı salımı diğer sektörler ile kıyaslandığında ihmal edilemeyecek seviyelerdedir.

Tarım uygulamalarında sera gazı salımı ve karbon ayak izini azaltmak amacıyla uygulanabilecek çeşitli yöntemler mevcuttur. Özellikle süt sığı ve besi sığı çiftliklerinde bulunan canlı hayvanlar beslenme rejimleri ile ilintili şekilde daha fazla ya da az miktarlarda sera gazı salınımında bulunmaktadır. Hayvancılıkta besin katkı maddelerinin metan üretimini azaltıcı şekilde seçilmesi uygulanabilecek yöntemlerden biridir. Hayvanlardan kaynaklanan metan gazı üretiminin bir diğer etmeni olan hayvan dışkıları ise özellikle biyogaz üretimi için son derece uygun hammaddelerdir. Avrupa Birliği üye ülkeleri başta olmak üzere dünyada birçok ülke hayvansal atıklardan anaerobik arıtma yöntemi ile biyogaz üretimi konusunda başarılı olmuştur.

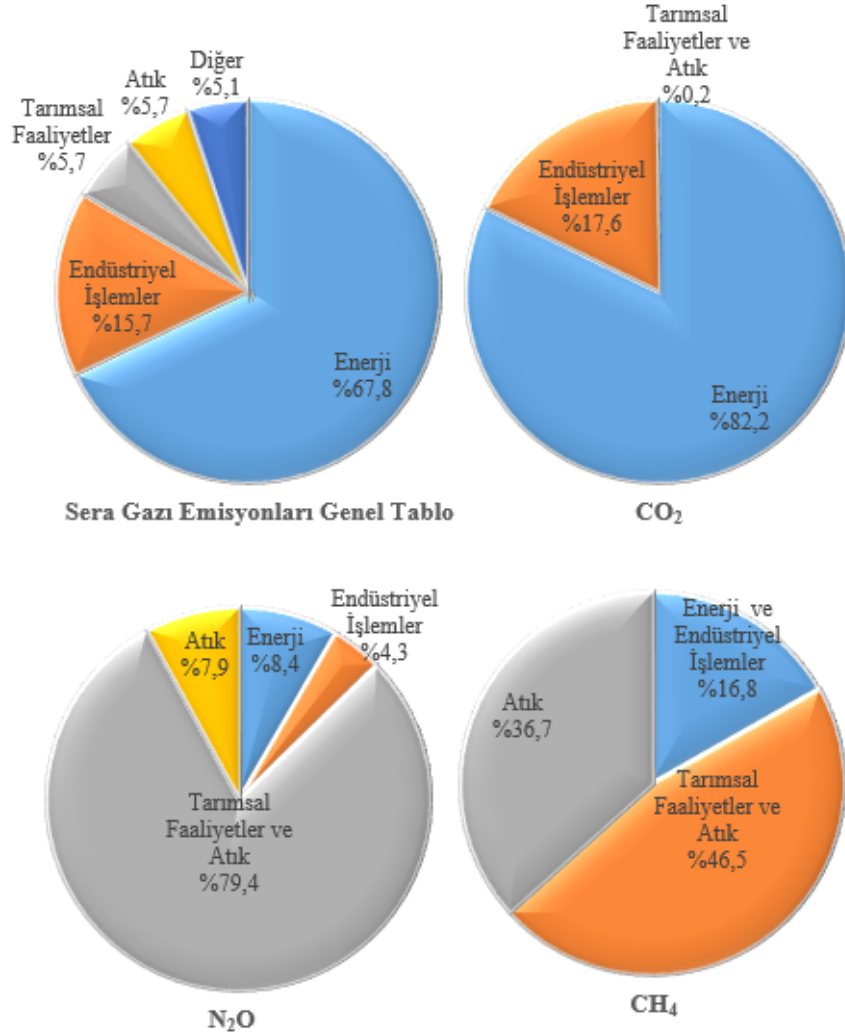
Tarımsal uygulamalar arasında çeltik yetiştiriciliği de oldukça fazla sera gazı salınımına neden olmakta ve yüksek miktarlarda karbon ayak izine sahiptir. Çeltik tarlalarındaki sulama yöntemlerinin "Midseason drenajı" ya da aralıklı sulama yöntemi (Aydın et al., 2011) gibi farklı alternatiflerle değiştirilmesi sayesinde sera gazı emisyonları ciddi miktarlarda azaltılabilmektedir. Tarımsal uygulamalar arasında sera gazı salınımına neden olan bir diğer sorun olan anız yakma konusu ise üreticilerin bilinçlendirilmeleri ve yasal düzenlemelerin uygulanması ile çözülebilecek sorunlar arasında yer almaktadır. Mevcut yasal düzenlemelerin uygulamasını sağlamak ve üreticileri bu konuda bilinçlendirmek anız yakma nedeni ile ortaya çıkan sera gazı emisyonunun azaltılması için uygulanabilecek önlemler olarak sıralanabilir.

## Şekiller ve Çizelgeler

Çizelge 1. Kyoto Protokolü'nde baz alınan sera gazları (Bekiroğlu, 2011)

Table 1. Greenhouse gases listed in Kyoto Protocol (Bekiroğlu, 2011)

Sembol	İsim	CO <sub>2</sub> Eşdeğeri	Ana Kaynak
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit	1	Fosil Yakıtların Yanması, Orman Yangınları, Çimento Üretimi
CH <sub>4</sub>	Metan	21	Landfill Sahalar, Petrol ve Doğalgazın Üretim ve Dağıtım, Çiftlik Hayvanlarının Sindirim Sistemlerindeki Fermantasyonu
N <sub>2</sub> O	Nitroksit	310	N <sub>2</sub> O Fosil Yakıtların Yanması, Gübreler, Naylon Üretimi
HFC <sub>s</sub>	Hidrofloro karbonlar	140~11.700	Buzdolabı Gazları, Alüminyum Eritme, Yarı İletken Üretimi
PFC <sub>s</sub>	Perfloro karbonlar	6500~9.200	Alüminyum Üretimi, Yarı İletken Üretimi
SF <sub>6</sub>	Sülfür Heksaflorit	23.900	Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemleri, Magnezyum Üretimi



Şekil 1.Sera gazı emisyonları genel ve ayrılmı oranlar (TÜİK Haber Bülteni, 2015)

Figure 1. Emissions of Greenhouse gases on general and seperated ratios (TÜİK Haber Bülteni, 2015)

**Çizelge 1. Hayvansal karbon ayak izi çıkış örneği (Wheeler et al., 2013)**  
Table 2. Example of animal based carbon footprint emissions (Wheeler et al., 2013)

Ürün	Birim	kg CO <sub>2</sub> eşdeğer/birim
<b>Mandıra Çiftlikleri</b>		
Sütteki katı madde (yağ ve protein)	kg	13,2
Sütten kesilmiş buzağı	adet	233,5
Ziyan olan sığırlar	kg	17,1
<b>Besi Sığırı Çiftlikleri</b>		
Yün	kg	25
Sütten kesilmiş kuzu	adet	308,7
Ziyan olan koyun	kg	181,2
Koyun canlı ağırlık yetiştirilmesi	kg	10,3
Sütten kesilmiş buzağı	adet	220,8
Sığır canlı ağırlık yetiştirilmesi	kg	35,9

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Arıkan Y. (2006). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü, metinler ve temel bilgiler, Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye, Ankara.
- Arıkan Y. (2016). İklim Değişikliği ve Teknoloji Uygulamaları. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. [http://www.ttg.org.tr/content/docs/iklim\\_degisikligi\\_ve\\_teknoloji.pdf](http://www.ttg.org.tr/content/docs/iklim_degisikligi_ve_teknoloji.pdf) Erişim Tarihi: 21.06.2016.
- Aydın G. Karakurt İ. ve Aydın K. (2011). Antropojenik Metan Emisyonlarının Sektörel Analizi Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Bauer S. (1994). Development of environmental impact assessment tools for livestock production systems. Vol. 1 : Research Report, Giessen, Germany, pp.4-16.
- Bekiroğlu O. (2011). Tarımda Karbon Ayak İzi Sürdürülebilir Kalkınmanın Yeni Kuralı: Karbon Ayak İzi.
- Cangir C., Türkes M. Boyraz D. Akça E. Kapur B. Kapur S. ve Haktanır, K. (2016). Uluslar Arası Sözleşmelerin Türkiye Tarımına Etkileri, [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/81397bc0630d47a\\_ek.pdf?tipi=14](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/81397bc0630d47a_ek.pdf?tipi=14), Erişim Tarihi: 26.06.2016.
- Crutzen P. J, Aselmann I. ve Seiler W. (1986). Methane Production by Domestic Animals, Wild Ruminants, Other Herbivorous Fauna and Humans. Tellus, 38B: 271-284.
- Demir P. Cevger Y (2007). Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörü.
- DSİ Genel Müdürlüğü (2016) Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Türkiye.
- Ertekin P. (2012). Sürdürülebilir Kaynak Kullanımına Yönelik Çevre Eğitimi Uygulamalarının İlköğretim Öğrencilerinin Karbon Ayak İzi Konusunda Bilinçlenmeleri Üzerine Etkisi, Muğla, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Scheehle E. (2002). Emissions and Projections of Non CO2 Green House Gases from Developing Countries 1990-2020. <http://www.epa.gov/ttn/chief/conference/ei10/ghg/scheehle.pdf> Erişim Tarihi: 20.05.2016
- Sirohi S. Michaelowa A. (2004). CDM Potential of Dairy Sector in India (No. 273). HWWA Discussion Paper.
- Tolay İ. Gülmezoğlu N. ve Aytaç Z. (2010). Azot Kirliliğinin Azaltılmasında Azotlu Gübre Etkinliğinin Arttırılmasının Rolü, 5. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı, 15-17 Eylül 2010, İzmir.
- TÜİK Haber Bülteni, 2015, Sayı:18744. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18744> Erişim Tarihi: 20.05.2016
- U.S. EPA (Environmental Protection Agency). Erişim Tarihi 24.05.2016
- Wheeler D. M. Ledgard S. F. Boyes M. (2013). Farm-Specific Carbon Footprinting To The Farm Gate For Agricultural Co-Products Using The Overseer Model, Animal (2013), 7:s2, 437-443
- Wiedmann T. Minx J. (2008). A. Definition of 'Carbon Footprint'. Ecologica I Economics Research Trends,1, 1-11.
- Yılmaz O. Hotunluoğlu H. (2015). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 2 S. 74-97.