

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLEME HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI**

**BAZI KABA YEMLERE FARKLI SEVİYELERDE  
İLAVE EDİLEN SÖĞÜT (*Salix Alba*) YAPRAĞININ İN  
VİTRO METAN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet ORUÇ**

**DANIŞMAN  
Prof.Dr. Mehmet AVCI**

**ŞANLIURFA  
2016**

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLEME HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI**

**BAZI KABA YEMLERE FARKLI SEVİYELERDE  
İLAVE EDİLEN SÖĞÜT (*Salix Alba*) YAPRAĞININ İN  
VİTRO METAN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet ORUÇ**

**DANIŞMAN  
Prof.Dr. Mehmet AVCI**


**Bu tez Hr. Ü Araştırma Fon Saymanlığı Tarafından HÜBAK-13071 Proje  
numarası ile desteklenmiştir.**

**ŞANLIURFA  
2016**

HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Ahmet ORUÇ'un hazırladığı "Bazı Kaba Yemlere Farklı Seviyelerde İlave Edilen Söğüt (*Salix Alba*) Yaprağının *In Vitro* Metan Üretimi Üzerine Etkisinin Araştırılması" konulu çalışma, 13/07/2016 tarihinde jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Mehmet AVCI (Danışman)  
Harran Üniversitesi  
BAŞKAN

  
Prof. Dr. Nihat DENEK  
Harran Üniversitesi  
ÜYE

  
Prof. Dr. Mehmet GİFTÇİ  
Fırat Üniversitesi  
ÜYE

---

  
10.08.2016  
Prof. Dr. Mustafa DENİZ  
Enstitü Müdürü

## TEŐEKKÖR

Bu çalıőmanın hazırlanmasında her tŒrlŒ bilgi ve deneyimini paylaőmaktan kaçınmayan, daima anlayıőlı, sabırlı ve destekleyici tutumuyla bana yol gŒsteren ve tezimde bŒyŒk emeği olan Harran Őniversitesi Őęretim ũyelerinden danışman hocam, sayın Prof. Dr. Mehmet AVCI'ya saygı ve teőekkŒrlerimi sunarım.

Çalıőmam sırasında katkısını ve yardımını esirgemeyen Harran Őniversitesi Őęretim ũyesi değerli hocam Prof. Dr. Nihat DENEK'e, denemelerin yŒrŒtŒlmesinde ve tez yazımı aőamasında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Faruk BOZKAYA, tŒm bu eğitim sŒrecinde daima yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen eőim TŒrkan ORUÇ ve oğlum Ali Eymen'e gŒsterdikleri sabır ve anlayıő için teőekkŒr ederim.

**Ahmet ORUÇ**  
**2016**

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLolar DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
GRAFİKLER DİZİNİ.....	vi
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	viii
KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. Küresel Isınma .....	4
2.1.1. Küresel Isınmanın Sebepleri .....	5
2.1.1.1. Küresel Isınmaya Neden Olan Gazlar ve Özellikleri .....	7
2.1.1.1.1. Karbondioksit.....	7
2.1.1.1.2. Metan (CH <sub>4</sub> ) Gazı .....	10
2.1.1.1.3. Diazotmonoksit (N <sub>2</sub> O) Gazı.....	12
2.1.1.1.4. Halokarbon Gazları.....	13
2.1.1.1.5. Ozon (O <sub>3</sub> ) Gazı .....	15
2.1.1.1.6. Su Buharı (H <sub>2</sub> O).....	15
2.1.2. Küresel Isınmanın Olası Etkileri .....	15
2.1.3. Küresel Isınmanın Hayvanlar Üzferindeki Etkileri.....	16
2.1.4. Hayvanların Küresel Isınmaya Etkileri .....	17
2.2. Küresel Isınmaya Ruminantların Ekisi .....	17
2.2.1. Ruminantlarda Sindirim .....	18
2.2.2. Rumen .....	19
2.2.2.1. Rumende Metan Gazı Oluşumu .....	21
2.2.3. Rumende Metan Emisyonunun Azaltılmasında Kullanılan Besleme Stratejileri ...	23
2.2.3.1. Rasyona Bağlı Besleme Stratejileri .....	23
2.2.3.2. Yem Katkıları .....	24

2.2.3.3. Kimyasallar.....	25
2.2.3.4. Yem Bitkilerinde Bulunan Bazı Bileşenler .....	25
2.3. Ruminantlarda Metan Gazı Üretimi Azaltılmasına Yönelik Daha Önce Yapılmış Çalışmalar .....	26
2.4.Sögüt ( <i>Salix Alba</i> ).....	27
2.5. Tanenler .....	28
2.5.1. Tanenlerin Faydaları .....	28
2.5.2. Tanenin Zararları.....	29
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>29</b>
3.1. Materyal .....	30
3.1.1. Yem Materyali.....	30
3.1.2.Rumen Sıvısı .....	30
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Deneme Yemlerinin ve Sögüt ( <i>Salix Alba</i> ) Yapraklarının Ham Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi.....	30
3.2.2. İn VitroDenemenin Yürütülmesi.....	30
3.2.3. Çözeltilerin Hazırlanması ve Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması .....	31
3.2.4. Çözeltilerin Hazırlanması.....	31
3.2.4.1. Makromineral Çözeltisi: .....	31
3.2.4.2. Mikromineral Çözeltisi:.....	31
3.2.4.3. Tampon (Buffer) Çözeltisi : .....	32
3.2.4.4. Resazurin Çözeltisi .....	32
3.2.4.5. İndirgeme (Redüksiyon) Çözeltisi .....	32
3.3. Yöntemin Uygulanması .....	32
3.3.1. Rumen Sıvısının Alınması ve İnkübasyonu .....	33
3.3.2. İVOMS ve ME İçeriklerinin Hesaplanması .....	33
3.3.3. Rumen Sıvısında pH Değerinin Saptanması .....	34
3.3.4. Rumen Sıvısında Amonyak Azotu Analizi .....	34
3.3.5. İstatistiksel Analiz .....	34
<b>4.BULGULAR .....</b>	<b>34</b>
<b>5. TARIŞMA .....</b>	<b>38</b>
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>43</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>45</b>

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Tablo 1.</b> Antropojenik Sera Gazları .....	6
<b>Tablo 2.</b> Bazı Sera Gazların Artış Oranları ve Kaynakları .....	7
<b>Tablo 3.</b> Önemli Rumen Bakterileri ve Fermente Ettikleri Besin Maddelerine İlişkin Bilgiler.....	21
<b>Tablo 4.</b> Türkiye’de Sığır, Koyun ve Keçi Enterik ve Gübre Kaynaklı Metan Emisyonları.....	23
<b>Tablo 5.</b> Buğday Samanına Farklı Düzeylerde Söğüt Ağacı (Salix Alba) Yaprağı İlavesinin Ham Besin Madde (% KM) İçerikleri, İn Vitro Gaz Oluşumu ve Amonyak Azotu Üzerine Etkisi.....	36
<b>Tablo 6.</b> Yonca Kuru Otuna Farklı Seviyelerde Söğüt Ağacı (Salix Alba) Yaprağı İlavesinin İn Vitro Gaz Oluşumu ve Amonyak Azotu Üzerine Etkisi.....	37
<b>Tablo 7.</b> Mısır Silajına Farklı Seviyelerde Söğüt Ağacı (Salix Alba) Yaprağı İlavesinin İn Vitro Gaz Oluşumu ve Amonyak Azotu Üzerine Etkisi .....	38

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No:

Şekil 1.Sera Etkisinin Şematik Gösterimi .....	5
Şekil 2. Stratosferik Ozona CFC'lerin Etkisi .....	14
Şekil 3. Rumende Karbonhidrat Parçalanmasının Özeti .....	19
Şekil 4. Rumende Proteinlerin Parçalanması.....	20
Şekil 5.Rumende Metan Gazı Üretiminin Şematik Gösterimi .....	22





## GRAFİKLER DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Grafik 1.</b> Türkiye 1990-2014 Yılları Arası CO <sub>2</sub> Emisyon Salınımı.....	8
<b>Grafik 2.</b> Türkiye 2014 Yılı CO <sub>2</sub> Kaynakları .....	9
<b>Grafik 3.</b> Türkiye’de 1990-2014 Yılları Arası Kişi Başı Seragazı Emisyonu .....	9
<b>Grafik 4.</b> Türkiye 1990-2014 Yılları Arası Metan Emisyon Salınımı.....	11
<b>Grafik 5.</b> Türkiye’de 2014 Yılı Metan Gazı Kaynakları .....	11
<b>Grafik 6.</b> Türkiye 1990-2014 Yılları Arası Diazotmonoksit Emisyon Salınımı .....	12
<b>Grafik 7.</b> Türkiye’de 2014 Yılı Diazotmonoksit Gazı Kaynakları .....	13

## ÖZET

### **BAZI KABA YEMLERE FARKLI SEVİYELERDE İLAVE EDİLEN SÖĞÜT (*Salix Alba*) YAPRAĞININ İN VİTRO METAN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Ahmet ORUÇ**

**Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Yüksek Lisans Tezi**

Bu araştırma, ruminant beslenmesinde yaygın olarak kullanılan buğday samanı, yonca kuru otu ve mısır silajına farklı oranlarda (% 0, % 10, % 25, % 50, % 75 ve % 100) eklenen söğüt (*Salix alba*) yaprağının *in vitro* metan gazı oluşumuna etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Farklı oranlarda söğüt yaprağı eklenmiş deneme yemleri *in vitro* gaz tekniği ile 24 saatlik inkubasyona bırakılmıştır. İN vitro gaz üretim tekniği ile 24 saat içerisinde meydana gelen toplam gaz miktarı bilgisayar destekli metan gazı ölçüm cihazına özel bir düzenekle enjekte edilerek metan gazı oranları ölçülmüştür. Söğüt yaprağında 105 g/kg kuru madde seviyesinde kondanse tanen içeriği belirlenmiştir. En düşük metan üretimi buğday samanına % 50 ve 75, yonca kuru otuna ve mısır silajına % 75 seviyelerinde söğüt yaprağı ilave edilen gruplarda elde edilmiştir (P<0.05). En düşük amonyak azot değeri, yonca kuru otuna % 50 ve % 75 seviyelerinde söğüt yaprağı eklenen gruplarda saptanmıştır (P<0.001). Ancak buğday samanına eklenen söğüt yaprağı amonyak azot değerini yükseltmiştir (P<0.01).

Sonuç olarak söğüt yaprağının kaba yemlere eklenmesi *in vitro* denemelerinde metan gazı oluşumunu düşürmüştür. Söğüt yaprağı ilavesi metabolik enerji (ME) değerleri ile *in vitro* organik madde sindirilme derecesini (İVOMS) buğday samanında artırırken, yonca kuru otu ve mısır silajında düşürmüştür. Ayrıca hayvan performansı üzerindeki söğüt yaprağının etkisi *in vivo* çalışmalarla araştırılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Metan oluşumu, söğüt, *in vitro* gaz oluşumu, *Salix alba*.

## ABSTRACT

### INVESTIGATING THE EFFECT OF WILLOW TREE (*Salix Alba*) LEAFS ADDED AT DIFFERENT LEVELS TO SOME ROUGHAGES ON *IN VITRO* METHANE PRODUCTION

Ahmet ORUÇ

Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Master Thesis

This study was carried out to investigate the effect of willow tree leaves (*Salix alba*) added at different levels (0 %, 10 %, 25 %, 50 %, 75 % and 100 %) to grass forage, wheat straw, alfalfa forage and maize silage on the *in vitro* methane production. Methane production after 24 h incubation of the roughages were measured by injection of the produced gases into a special apparatus connected to computer. Condensed tannin content of willow tree leaves was determined as 105 g/kg dry matter. The lowest methane production was determined in the groups of wheat straw added with 50 and 75 % willow tree leaves as well as in the groups of alfalfa hay and corn silage added with 75 % willow tree leaves ( $P < 0.05$ ). The lowest ammonia nitrogen level was observed for alfalfa forage in the treatment group containing 50 and 75 % willow tree leaves ( $P < 0.001$ ). However addition of willow tree leaves to wheat straw increased the ammonia nitrogen value in all treatment groups compared to control group ( $P < 0.01$ ).

As a conclusion addition of the willow tree leaf to roughages decreased *in vitro* methane production. Metabolic energy value and *in vitro* dry matter digestibility of wheat straw were increased while these values were decreased in alfalfa roughage and corn silage by addition of willow tree leaf. Furthermore effect of willow tree leaf on animal performance should be examined with *in vivo* studies.

**Keywords:** Methane formation, willow tree, *in vitro* gas formation, *Salix alba*.

## KISALTMALAR

<b>KM</b>	: Kuru Madde
<b>ME</b>	: Metabolik Enerji
<b>OM</b>	: Organik Madde
<b>NPN</b>	: Non-Protein Nitrogen(Protein özelliğini taşımayan azot)
<b>CH<sub>4</sub></b>	: Metan
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>N<sub>2</sub>O</b>	: Diazotmonoksit
<b>CFC</b>	: Kloroflorokarbon
<b>H<sub>2</sub>O</b>	: Su
<b>IPCC</b>	: Intergovermental Panel on Climate Change; Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
<b>O<sub>3</sub></b>	: Ozon
<b>UYA</b>	: Uçucu Yağ Asidi
<b>NH<sub>3</sub></b>	: Amonyak
<b>HP</b>	: Ham Protein
<b>HK</b>	: Ham Kül
<b>ADF</b>	: Asit Detergant Fibre
<b>NDF</b>	: Neutral Detergant Fibre
<b>Tg</b>	: Teragram (1 milyar Kilogram)

# 1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenmesi için önemli olan yiyeceklerin başında hayvansal orijinli (Et, süt, yumurta vb.) ürünler gelmektedir (1, 2). Proteinler vücudun gelişmesi, büyümesi ve hastalıklardan korunması için gerekli olan en önemli besin maddesidir. Kırmızı et, balık eti ve kanatlı eti sağlıklı ve dengeli beslenmek için günlük olarak mutlaka yeterli düzeyde alınması gereken proteince zengin kaynaklardır. Ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin karşılaştırılması açısından önemli kriterlerden biri kişi başına düşen hayvansal ürünlerin tüketim miktarlarıdır (3). Ülkemizde kişi başına düşen tüketilen kırmızı et yıllık 12 kg olarak gerçekleşirken, bu değer ABD’de 107.5 kg, AB’nde 77.1 kg, Kanada’da 82.7 kg, Avustralya’da 91.4 kg, Arjantin’de 96.1 kg, Brezilya’da 95.1 kg, Rusya’da 58.7 kg’dır (4). Dünyada et üretimi 2001 yılında 229 milyon ton iken, artan insan nüfusu doğrultusunda 2050 yılında 465 milyon tona çıkacağı düşünülmektedir (5). Yine süt üretimi 2001 yılında 580 milyon ton iken, artan insan nüfusu doğrultusunda 2050 yılında 1.043 milyar tona yükseleceği hesaplanmaktadır (5). Geviş getiren hayvanlar (koyun, keçi, sığır vb) süt, et, deri ve yün gibi ekonomik açıdan değerli yönlerinden dolayı hayvancılık sektörünün vazgeçilmezleri arasında bulunmaktadırlar

Yeryüzünde organik maddelerin (OM) yarısından fazlası bitkisel bileşenlerde var olan selülozdan meydana gelir (6). İnsanlar ile diğer çiftlik hayvanlarının çok az sindirebildiği ya da hiç sindiremediği, selülozu ve protein olmayan azotlu (NPN; NonProteinNitrogen) bileşikleri değerlendirmeleri sebebiyle geviş getiren hayvanlar (ruminantlar) besin zincirinde çok önemli rol oynarlar (7). Geviş getiren hayvanların midesi dört bölmelidir. Sindirim enzimleri rumen, retikulum ve omasumda bulunmazken abomasumda bulunmaktadır (8). Gelişmiş bir rumenin (ergin hayvanın) 1 ml rumen sıvısında  $10^9$ - $10^{10}$ kadar bakteri ve  $10^5$ - $10^7$  arasında değişen miktarda protozoa bulunmaktadır. Normal besleme koşullarında gelişmiş bir sığır rumeninde 3-7 kg bakteri olduğu ve toplam bakteri sayısının toplam mikrofloranın yaklaşık % 10’unu oluşturduğu bildirilmektedir (8). Rumen mikroorganizmaları, rumen içinde birbirleri ile uyum göstererek yaşarlar ve ruminantlara fermantasyon ürünleri yoluyla fayda sağlarlar. Özellikle kaba yemlerde bulunan selülozun geviş getiren hayvanlarca değerlendirilebilmesi rumende bulunan mikroorganizmalar sayesinde mümkündür. Rumende bulunan mikroorganizmaların fermentatif aktiviteler neticesinde geviş getiren hayvanlar, diğer

hayvanların ve insanların sindiremediği NPN ve sellüloz gibi bileşikleri değerlendirerek kalitece düşük proteinlerden kalitece yüksek proteinler sentezler ve enerji kaynağına dönüştürürler. Fakat genellikle ruminantlar için faydalı görülen bu fermentatif aktiviteler neticesinde yemden yararlanmayı azaltan protein ve enerji kayıpları da görülmektedir. Yemde bulunan toplam enerjinin yaklaşık % 12'si ruminal fermantasyon sırasında metana (CH<sub>4</sub>) çevirilerek ruktus (geğirme) yoluyla doğaya atılır (9).

Artan insan nüfusunun hayvansal kaynaklı protein açığının giderilmesine yönelik hayvansal üretim önemli düzeyde entansifleşmiştir. Hayvansal üretimin önemli bir sektör haline gelmesi ile birlikte sera gazlarının atmosferdeki miktarında ciddi artışlar gözlemlenmiştir (10). Başta ruminantlar olmak üzere bazı hayvanlarda sindirim sürecinde yan ürün olarak meydana çıkan metan, atık alanlarındaki organik maddelerin (OM) bakteriler tarafından yıkılmasından da meydana gelmektedir (11). Metan gazının % 50'si tarımsal faaliyet kaynaklı olurken % 37 gibi yüksek bir oranı ise hayvancılık sektöründen meydana gelmektedir. Çiftlik hayvanlarından meydana gelen metan emisyonunun % 80'inin büyük ruminant kaynaklı olduğu bildirilmektedir (12). Hayvan çiftliklerinde rumendeki fermantasyonun yanı sıra gübre boşaltma ve depolama işlemleri de metanın en önemli kaynaklarıdır (13). Metan gazının yıllık % 16.4'ünün, ruminant ile hayvanların gübresinden meydana geldiği belirtmekte olup, bu % 16.4'lük değer küresel ısınmaya sebep olan bütün sera gazlarının aşağı yukarı % 2.9'unu meydana getirmektedir (14).

Ruminantlarda meydana gelen metan gazının küresel ısınmaya olan etkisinin yanı sıra rumende metabolize olan ve yemlerle alınan yem enerjisinin takriben % 12'si metan oluşumu nedeniyle kaybedilmektedir. Geçmiş zamanlarda bu enerji kaybını önlemek için rumendeki ortamı gram negatif (-) bakteriler lehine döndürerek metan gazı üretimini baskılayan iyonofor grubu antibiyotikler ruminant rasyonlarına ilave edilmiştir. Ancak Türkiye'de ve Avrupa Birliği ülkelerinde hayvan yemlerinde antibiyotik kullanımı yasak olduğundan iyonoforların metan gazı üretimini baskılamak için kullanılması mümkün olmamaktadır. Bu yüzden araştırmacılar rumen kaynaklı metan gazı üretimini ve dolayısıyla enerji kaybını önlemek için bitki ve bitkisel kaynaklı katkıları üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır. Bu doğrultuda bitki, bitki ekstraktları ve bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar rumen mikrobiyal fermantasyonu ve besin maddeleri kullanım etkinliğini iyileştirmek için optimum kullanım düzeyleri ile ilgili bilgilerin sınırlı olduğu görülmektedir (15).

Bu araştırma kapsamında, ruminant rasyonlarında en çok kullanılan kaba yemlere farklı düzeylerde ilave edilen söğüt (*Salix alba*) yaprağının *in vitro* metan üretimine etkileri araştırılmaktadır.



## 2. GENEL BİLGİLER

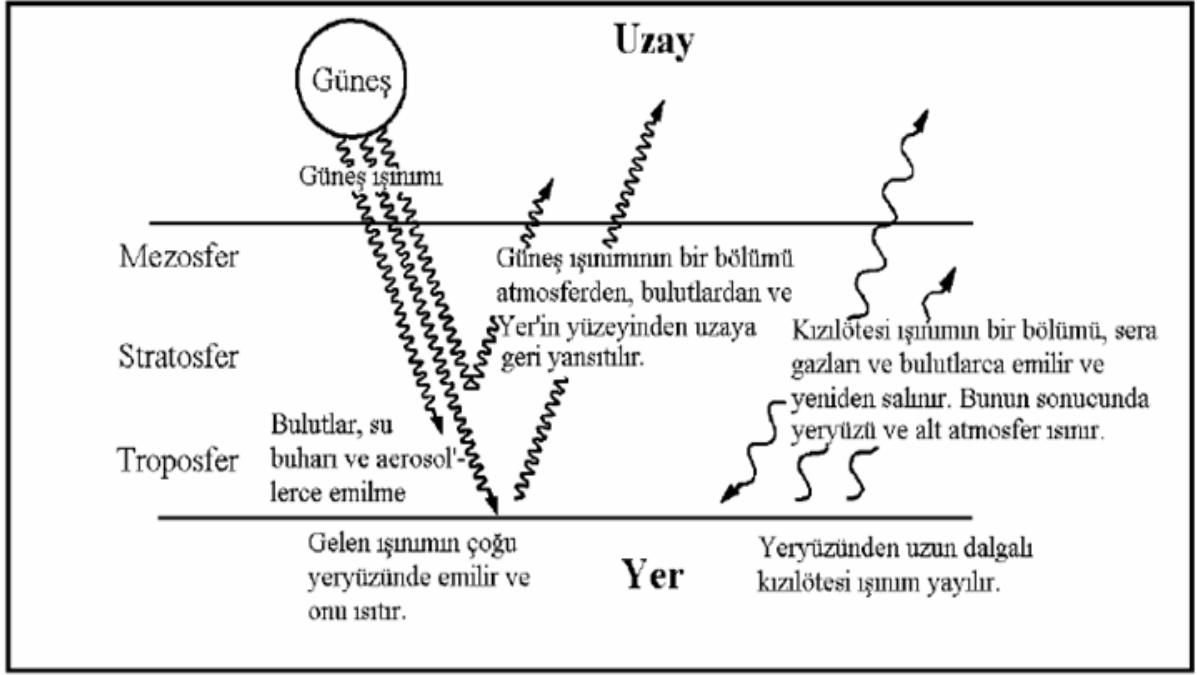
### 2.1. Küresel Isınma

Dünyada geçmişte bazı büyük iklim değişiklikleri ortaya çıkmış, bu büyük değişimler canlı türlerin bazılarının yok olmasına kadar varan sonuçlar doğurmuştur. Son zamanların gözde konusu olarak kabul edilen küresel ısınma, iklimlerin değişmesine ve gereken tedbirler alınmaz ise canlıların yaşamının tehlikeye düşeceği görüşü hâkimdir. Küresel ısınmanın nedenlerinin araştırılması ve çözüm yollarının belirlenmesi için esaslı çalışmalar uluslararası düzeyde ancak 1970'lerin sonunda başlayabilmiştir(16).

Son zamanlarda fosil yakıtların kullanılması, sanayileşmenin artması, nüfustaki hızlı artış, ormansızlaşma ve toplumlardaki tüketim eğiliminin fazlalaşması gibi sebeplerle metan ( $CH_4$ ), karbondioksit ( $CO_2$ ), diazotmonoksit ( $N_2O$ ) ve kloroflorokarbon (CFC) gazları atmosferde artış göstermişlerdir. Bu gazların artışına bağlı olarak doğal sera tesirinin güçlenmesi neticesinde, dünyada ve alt troposferde ortaya çıkan sıcaklık yükselmesine “Küresel ısınma” ismi verilmektedir. Başka bir ifade ile küresel ısınma, yeryüzünün tümünde sıcaklığın sistemli bir şekilde yükselmesi sürecidir. Küresel iklim değişimiye, hava hareketlerinde, nemde, yağışta, kuraklıkta vb. iklim unsurlarında küresel ısınmaya bağlı olarak meydana gelen değişimler olarak ifade edilmektedir (17, 18).

Güneş'ten gelen ışınlar atmosferden geçerek dünyamızı ısıtmaktadır (19). Dünya atmosferi çeşitli gazlardan oluşur. Atmosferdeki Metan ( $CH_4$ ), karbondioksit ( $CO_2$ ), su buharı ( $H_2O$ ), diazotmonoksit ( $N_2O$ ), ozon ( $O_3$ ), kloroflorokarbon (CFC) vb. tarzdaki gazlar güneşten dünyamıza gelen sıcaklığın bir bölümünü hapsederek dünyanın belirli ısıda tutulmasını sağlamaktadır. Atmosferin ısıyı tutma yeteneği sayesinde yeryüzündeki suların (dereleler, nehirler, denizler, okyanuslar vb.) sıcaklığı dengede kalarak donmaları engellemiş olur. Atmosferin bu ısıyı tutma ve ısınma vasfına “sera etkisi” denilmektedir (16, 20 - 25).





Şekil 1. Sera Etkisinin Şematik Gösterimi (20)

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 2007’de yayınladığı bir raporunda, iklim değişiminin sebebinin % 90 civarında insan faaliyetlerinden kaynaklandığı beyan edilmektedir (26).

### 2.1.1. Küresel Isınmanın Sebepleri

Bugün insan kaynaklı küresel ısınmanın sebepleri dört başlıkta toplamak mümkündür (18, 27);

- Ormansızlaşma,
- Sanayileşme,
- Tarımsal aktiviteler,
- Fosil yakıtların kullanılması sonucu atmosferde biriken sera gazları,

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yapılan bir araştırmaya göre insanların çeşitli faaliyetlerinin küresel ısınma üzerindeki etkisi, tarım faaliyetleri % 13, ormanların tahrip edilmesi % 14, sanayinin % 24 ve enerji kullanımının payı % 49 olarak belirlenmiştir. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yapılan diğer çalışmalarda da insanoğlunun enerji

kullanımının küresel ısınma üzerindeki tesiri en fazla düzeyde bulunmuştur (28-30). Son 50 yılda küresel ısınma, %90 düzeyinde insanoğlu tarafından oluşturulmuş olup, nüfus artışı ve ekonomik büyüme (sanayileşme) atmosferdeki sera gazlarının seviyelerinde meydana gelen devamlı artış, tabii dengenin git gide bozulmasına sebep olmakta geri dönüşümü imkânsız bir hal almaktadır (26, 31).

Küresel ısınmanın başlıca sebepleri arasında enerji kullanımı ve sanayi başta gelmekle birlikte bunların yanında fosil yakıtları, tarımsal atıkların yakılması, tarımsal faaliyetler için açılan alanlar, orman alanlarının azalması, ruminant hayvanlarının insan ihtiyaçlarına paralel olarak artması olarak gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Antropojenik Sera Gazları (32).

<b>Antropojenik Sera Gazları</b>	<b>Nispi Katkı %</b>	<b>Yıllık Artış Oranı %</b>	<b>Emisyon Kaynakları</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	50-60	0,3-0,5	Kömür, petrol gibi fosil yakıtların yakılması vb.
<b>CH<sub>4</sub> (Metan)</b>	12-20	1	Hayvancılık, pirinç tarlaları, çöp toplama alanları vb.
<b>N<sub>2</sub>O (Diazotmonoksit)</b>	5-7	0,2	Tarımda suni ve doğal gübre kullanılması vb.
<b>O<sub>3</sub> (Ozon)</b>	8	0,5	Trafik, ormanların yok olması vb.
<b>CFC (Chlorofluorocarbon)</b>	15-25	4-5	Sprey kutularındaki aerosoller, köpük üretimi vb.

Yukarı tablo 1. de olduğu gibi, küresel ısınmaya neden olan sera gazları içerisinde ilk sırada % 50-60 civarındaki oranı ile karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ikinci sırada ise metan bulunmaktadır. Çünkü karbondioksite göre metanın ömrü daha kısa (CH<sub>4</sub> 12 yıl iken CO<sub>2</sub> 120 yıldır) olmasına rağmen, metan karbondioksit ile karşılaştırıldığında küresel ısınmada 23 kata kadar daha çok etkiye (GWP) sahiptir ve 1750 yılına göre atmosferdeki konsantrasyonu % 150 civarında artmış durumdadır (5, 32).

### 2.1.1.1. Küresel Isınmaya Neden Olan Gazlar ve Özellikleri

Sera gazlarının 20. yüzyılın özellikle ikinci yarısından itibaren hızla yükselmesiyle küresel ısınmanın sebep olduğu ve bitki ve hayvan türleri ile başta da insan olmak üzere yaşamı ciddi bir şekilde tehdit eden doğal afetler ortaya çıkmaya başlamıştır (23, 33).

**Tablo 2.**Bazı Sera Gazların Artış Oranları ve Kaynakları (34).

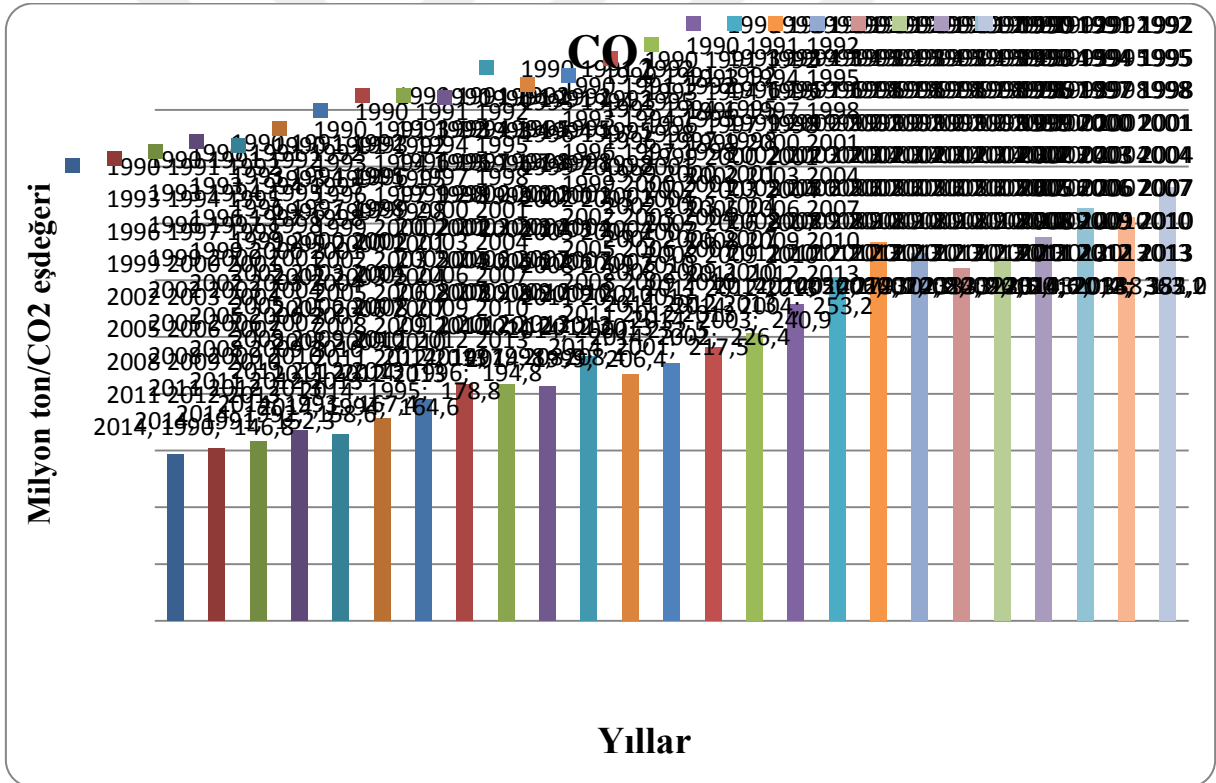
Bazı Sera Gazları	1750-2006 Artış Oranı	Kaynakları
<b>CO<sub>2</sub></b> <b>(Karbondioksit)</b>	%31	Fosil yakıtların yanması, Arazi kullanımı değişikliği (Özellikle ormanların yok edilmesi)
<b>CH<sub>4</sub></b> <b>(Metan)</b>	%151	Fosil yakıtların kullanımı, Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, Prinç tarımı, Atıkların gömülmesi
<b>N<sub>2</sub>O</b> <b>(Diazotmonoksit)</b>	%17	Tarıma açık topraklar, Büyükbaş hayvan yemleri, Kimya sanayi

Tablo 2’ de yer alan bir takım sera gazlarının 1750’den günümüze artış seviyelerine bakıldığında, bu denli büyük artışların küresel ısınma üzerine olan etkileri olduğu açıkça ortadadır. Küresel ısınmayla mücadele etmek için bu gazlarında azaltılması gerekmektedir.

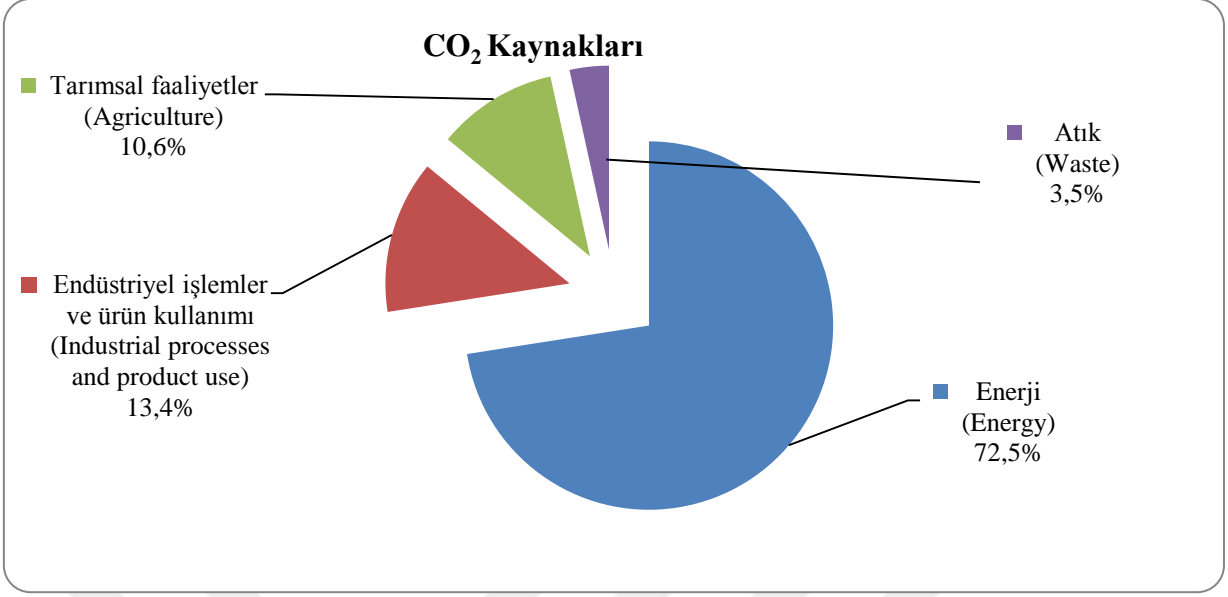
#### 2.1.1.1.1. Karbondioksit

En yüksek düzeylerde atmosferde var olan ve üzerinde hassasiyetle durulması gereken sera gazı karbondioksittir (5, 26, 32). Karbondioksit, organik maddelerin oksijenle reaksiyona girmesi sonucu oluşan kokusuz ve renksiz bir gaz olup suda çözündüğünde oluşan karbonik

asit nedeniyle asidik bir tadı bulunmaktadır. Karbondioksit havadan daha ağırdır. Karbon bulunduran herhangi bir malzemenin (kömür, ahşap, petrol vb.) yanmasından ve canlılarda oksijenli solunum sonucu meydana gelmektedir. Günümüzde bir yandan fosil yakıt (kömür, petrol vb.) kullanımının hızlı bir şekilde artması diğer yandan, bitki örtüsü ve ormanların tahribata uğraması atmosferdeki karbondioksit oranının giderek yükselmesine sebep olmaktadır (35). Günümüzde meydana gelen karbondioksit gazının önemli kaynaklarından birinin hayvansal üretimin neden olduğu ve bütün emisyonun yaklaşık % 9'una denk olduğu ifade etmektedir (36). Hayvanlar için kullanılan yemi üretmek amacıyla kullanılan yapay gübrenin elde edilebilmesi için fosil yakıtları kullanılmakta ve yıllık aşağı yukarı 41 milyon ton CO<sub>2</sub> meydana gelmektedir (5). Sanayileşme devriminden önce total olarak 600 milyar ton olan CO<sub>2</sub> miktarı sanayi reformu ile bu miktar 750 milyara yükselmiştir (16).

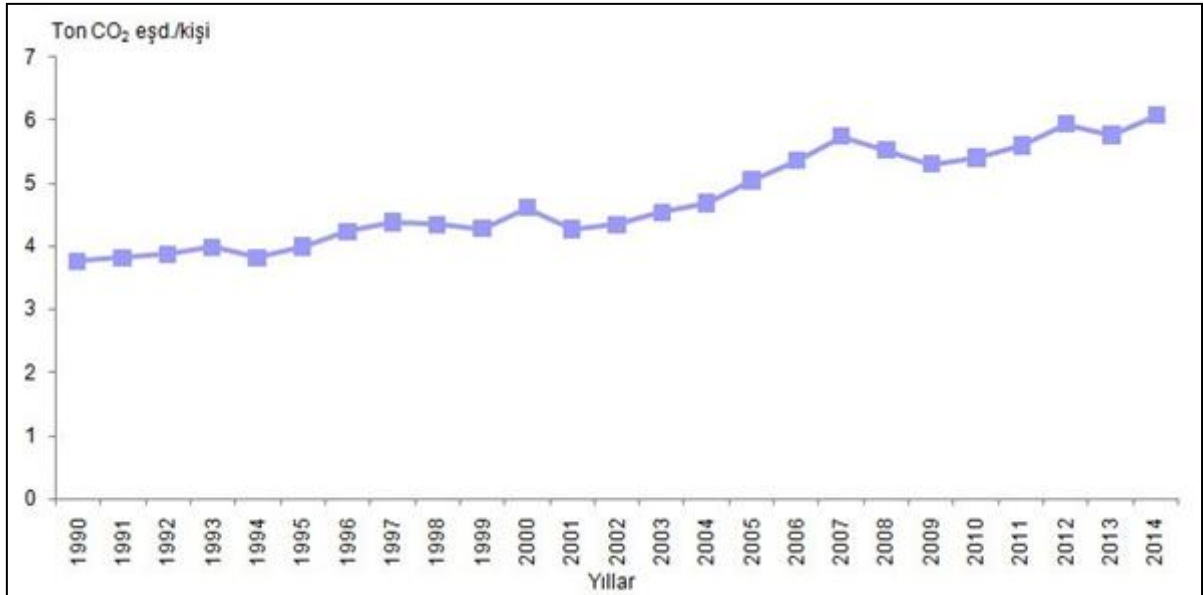


**Grafik 1.** Türkiye 1990-2014 Yılları Arası CO<sub>2</sub> Emisyon Salınımı (37).



**Grafik 2.** Türkiye 2014 Yılı CO<sub>2</sub>Kaynakları (38)

Türkiye’de 1990 yılında 146.8 milyon ton olan CO<sub>2</sub>, 2014 yılında 382.2 milyon tona yükseliş göstermiş buda yaklaşık % 160 oranında bir artış meydana gelmiştir (37). Türkiye’de 2014 yılında sera gazları, yaklaşık % 72.5 enerji kaynaklı gazlar, % 13.4 endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, % 10.6 tarımsal faaliyetler ve % 3 gibi de atıklar neticesinde meydana gelmektedir (38).

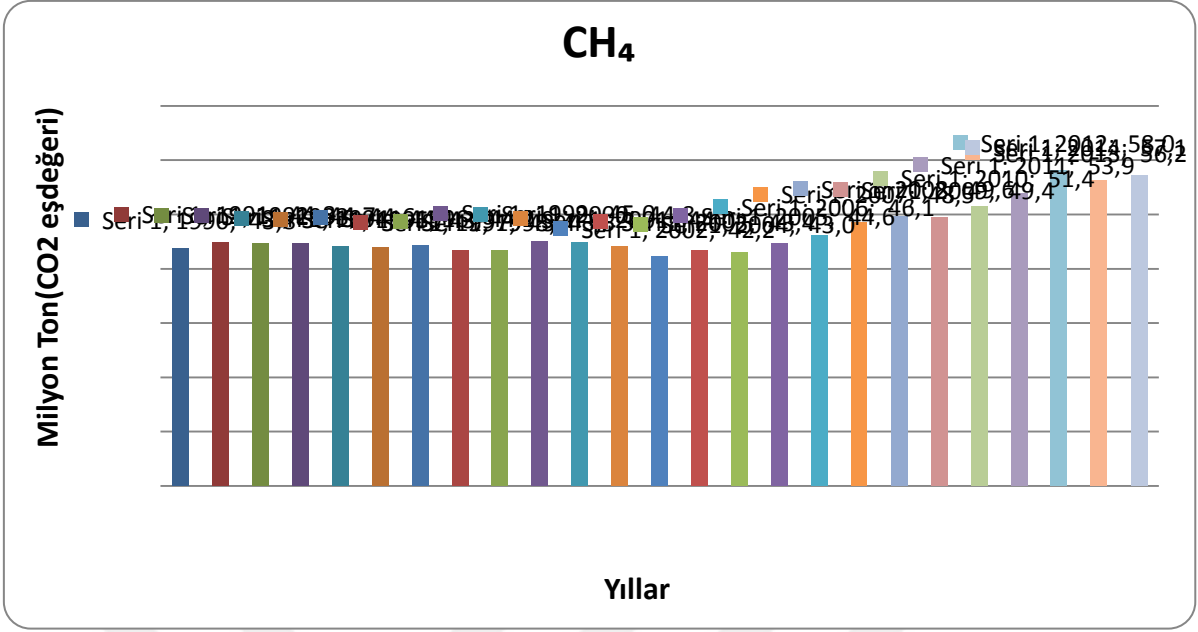


**Grafik 3.** Türkiye’de 1990-2014 Yılları Arası Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu (38).

Türkiye’de CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak 1990 yılına göre toplam seragazı emisyonu 2014 yılında % 125’lik bir artış göstermiş olup kişi başı CO<sub>2</sub> eşdeğer seragazı emisyonu 3.8 ton iken 2014 yılında bu değer 6.1 tona yükselmiştir (38).

#### **2.1.1.1.2. Metan (CH<sub>4</sub>) Gazı**

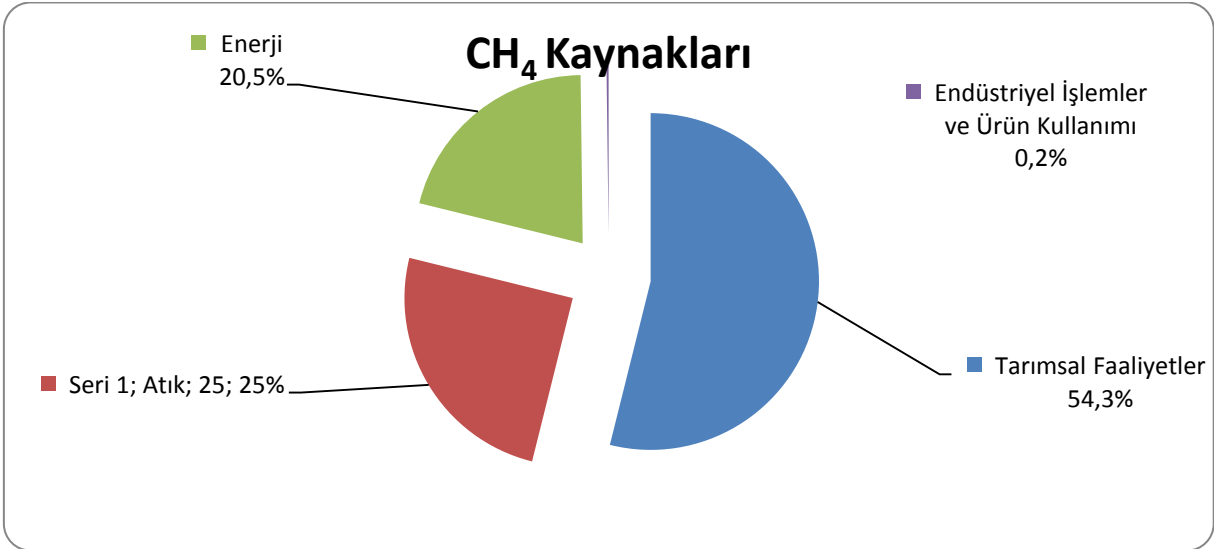
Atmosferde sera gazı etkisi oluşturan bir diğer gaz metan (CH<sub>4</sub>) gazıdır. Metan (CH<sub>4</sub>) gazı organik atıkların oksijensiz (anaerobik) ortamda ayrışması sonucunda meydana gelen bir gazdır. Metan emisyonu aynı miktardaki karbondioksit ile kıyasla 23 kat daha fazla ısıyı tutabilme kabiliyetine sahiptir. Ancak karbondioksit ile karşılaştırıldığında metanın ömrü (CH<sub>4</sub> 12 yıl, CO<sub>2</sub> 120 yıl) daha kısadır. Petrol, doğal gaz ve kömürün taşınması ve üretimi sırasında atmosfere metan gazı dâhil olmaktadır. Genel olarak insan aktiviteleri sonucunda metan emisyon üretiminin yaklaşık % 16’sından hayvansal üretimin sebep olduğu bildirilmektedir (5). Watson ve ark., (39) tarımsal kaynaklı yıllık olarak üretilen metan gazının % 12’sinin hayvansal atıklardan, % 19’unun bitkisel artıkların yakılmasından % 29’unun pirinç üretim alanlarından ve % 39’unun enterik fermantasyondan kaynaklandığını hesaplamışlardır. Metan başta ruminantlar olmak üzere bazı hayvanlarda sindirim faaliyetlerinin yan ürünü olarak meydana gelmesinin yanında atık mekânlarında (çöplük, hayvan gübreleri vb.) da meydana gelmektedir (40, 11). Neden olduğu sera etkisi sebebiyle metan son zamanlarda küresel ısınma üzerine çalışmalar yapan bilim adamlarının önemli bir çalışma konusu olmuştur. Normal basınç ve sıcaklıkta gaz formunda bulunan metan, kokusuz bir gazdır. Metan, atmosferde tesirli yalıtkanlık oluşturan bir emisyonudur. Bolle ve ark., (41) metan gazı oluşumunda bataklıkların etkisi % 13, ruminantların etkisi % 18, pirinç üretim alanlarının etkisi % 18, biyolojik olmayan unsurların etkisi % 32 ve diğer unsurların etkisi ise % 6 olarak belirlemişlerdir.



**Grafik 4.** Türkiye 1990-2014 Yılları Arası Metan Gazı Salınımı (37).

Türkiye’de 1990 yılında 43.8 milyon ton olan CH<sub>4</sub>, 2014 yılında 57.1 milyon tona yükselmiş ve yaklaşık %30 oranında bir artış meydana gelmiştir (37).

Türkiye’de 2014 yılında CH<sub>4</sub> gazının yaklaşık %54 tarımsal faaliyetlerden meydana gelirken bunu % 25 atık ve % 21 enerji neticesinde oluşmaktadır. (38).

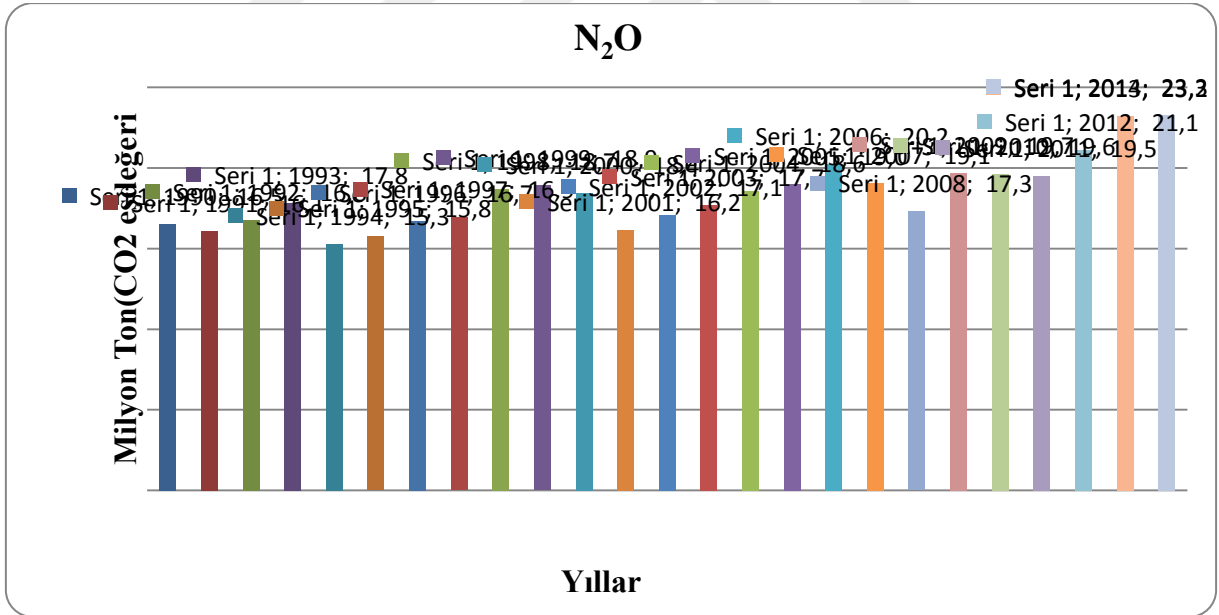


**Grafik 5.** Türkiye’de 2014 Yılı Metan Gazı Kaynakları (38).

### 2.1.1.1.3. Diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) Gazı

Diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) gazı esas olarak fosil yakıtların yakılması ve tarım topraklarının işlenmesi neticesinde meydana gelmektedir. Diazotmonoksit, atmosfer içerisinde güçlü sera etkisi meydana getiren önemli bir emisyondur. Hayvan barınaklarından kaynaklanan başlıca azot oksitler, azot dioksit (NO<sub>2</sub>), azot monoksit (NO) ve diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O)'tir (42). Diazotmonoksit emisyonu aynı miktardaki karbondioksite kıyasla 300 kat daha fazla ısıyı tutabilme kabiliyetine sahiptir. Dünyada üretilen mısırın yaklaşık olarak % 80'i hayvanların beslenmesinde yani hayvansal üretimde kullanılmaktadır. Mısırın üretiminde ise önemli miktarda azotlu gübrelerin kullanılmasını gerektirmektedir (43). Steinfeld ve ark., (5) günümüzde azotlu gübrelerin kullanım yoğunluğunun, 18. yüzyıllardaki yoğunluğundan yaklaşık olarak % 16 daha fazla olduğunu ifade etmiştir.

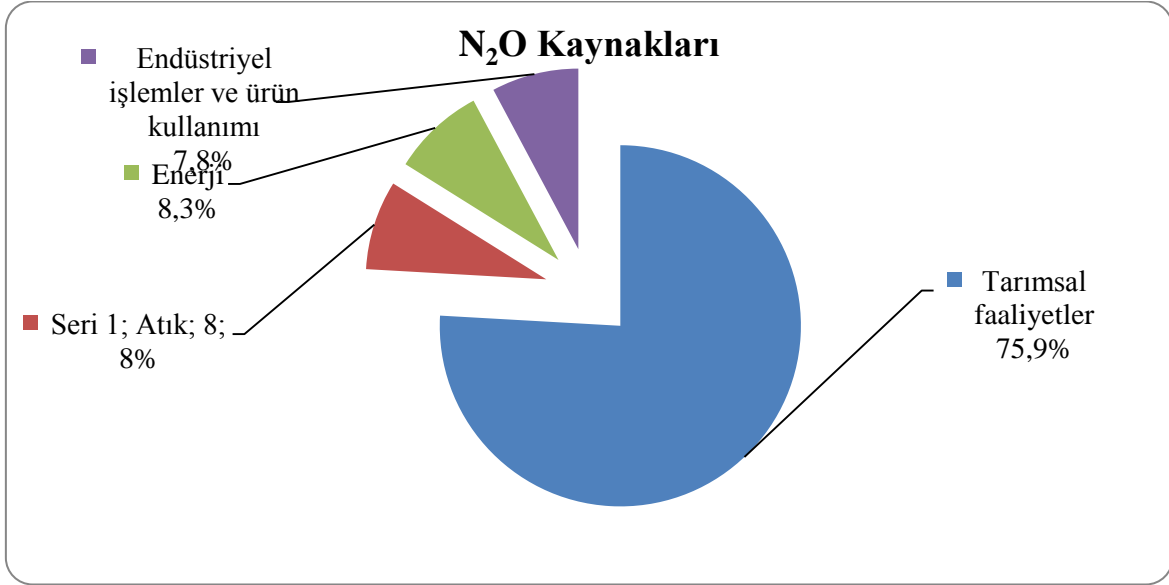
Türkiye'de 1990 yılında 16.5 milyon ton olan N<sub>2</sub>O, 2014 yılında 23.3 milyon tona yükseliş göstermiş buda yaklaşık % 41 oranında bir artış meydana gelmiştir (37).



**Grafik 6.** Türkiye 1990-2014 Yılları Arası Diazotmonoksit Emisyonu Salınımı (37)

Türkiye İstatistik Kurumunun 2014 yılı verilerine göre Türkiye'de 2014 yılında N<sub>2</sub>O gazının yaklaşık % 75.9 tarımsal faaliyetlerden meydana gelirken bunu % 8.3 enerji, % 8 atık ve % 7.8 endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı neticesinde oluşmaktadır (38).





**Grafik 7.**Türkiye’de 2014 Yılı Diazotmonoksit Gazı Kaynakları (38).

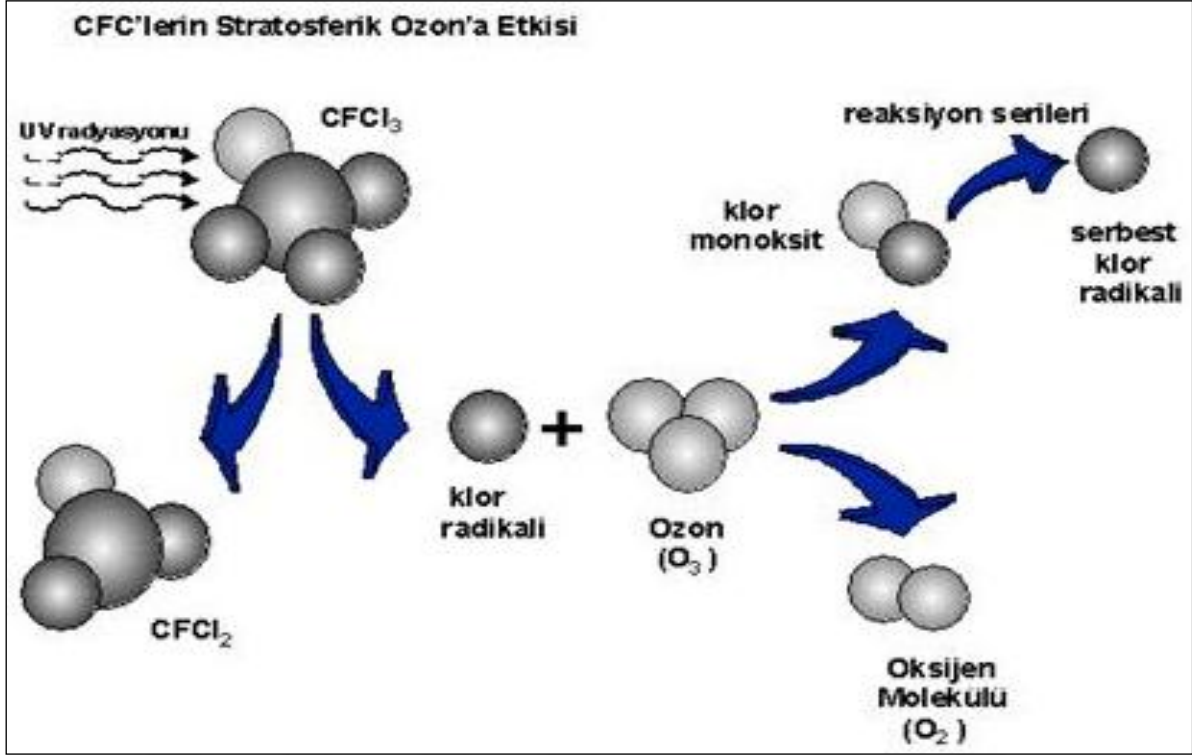
Diazotmonoksit ( $N_2O$ ) gazı azaltmak için (44, 45, 46):

- Gübre yoluyla uzaklaştırılan azot miktarının azaltılması,
- Hayvanların verimliliği yükseltip, hayvan sayısının düşürülmesi
- Bitkisel üretim için tarlalara verilen azot miktarının düşürülmesi,
- Hayvan besleme rasyonlarında tüketilen azot miktarının azaltılması (fakat bu da hayvan beslenmelerde dengesizliklere sebep olacağından metan gazı üretimini artırabilir) tavsiyelerini yapmaktadırlar.

#### 2.1.1.1.4. Halokarbon Gazları

Karbon atomu ile asgari bir halojen (iyodun, klor, flor ve bromin) bulunduran gazlara halokarbonlar olarak isimlendirilir. İnsanlar tarafından üretilen bir gaz olan halokarbonlar, farklı endüstriyel amaçlarda kullanılmak için 1928 yılında suni olarak imal edilmeye başlanmıştır. 1928 yılından günümüze sert ve yumuşak köpük imalatında, sprey gazlarında püskürtücü gaz imalatında, iklimlendirme ve soğutma sistemleri gibi farklı endüstriyel alanlarında çeşitli amaçlar doğrultusunda yararlanmaktadırlar (47,48). Soğutucu ekipmanlarda bulunan gazlar, spreylerdeki itici gazlar, Kloroflorokarbon (halokarbon) emisyonunun en önemli kaynaklarını oluştururlar. Halokarbon gazlarının doğal bir kaynağı bulunmamaktadır.

Halokarbonların gazı, 2000-2004 seneleri aralarında 0.82 Tg'den 2.23 Tg'ye yükselmiştir (49).



**Şekil 2.** Stratosferik Ozona CFC'lerin Etkisi (50).

Ozon Stratosfer içerisinde en reaktif unsulardan biridir. Zira molekül yapılarında barındırdığı 3 oksijen atomlarından bir tanesi ayrılmaya çok uygundur. Kloroflorokarbon yapısında bulunan klor stratosfer tabakasında serbest hale gelerek burada reaktif ozon bünyesinde bulunan bir oksijen molekülüyle birleşir ve ClO (Klor monoksit) ile  $\text{O}_2$  (oksijen) meydana gelir (Şekil 2) (51, 52). Bu durum stratosferdeki ozon konsantrasyonunun azalması anlamına gelmektedir. Ulusal Araştırma Konseyinin (The National Research Council) 1982 Mart ayında yayınladığı raporuna göre kloroflorokarbonsalınımı bu tarzda sürdürürse 21. yüzyılın sonlarına doğru stratosferde bulunan ozon seviyesi % 5 dolaylarında bir değer düşecektir. Halokarbon emisyonları bununla birlikte yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarını yapılarında hapsederek küresel ısınmaya sebep olan gazlar arasındadır (28, 53, 54). Halokarbonlar buzdolaplarında, klimalarda, spreylerde, plastik üretiminde ve oksijen tutma özelliklerinden dolayı yangın söndürmede kullanılmaktadır.

#### **2.1.1.1.5. Ozon (O<sub>3</sub>) Gazı**

Üç oksijen molekülünden meydana gelen O<sub>3</sub> (Ozon) gazı renksiz, zehirli bir gaz olup atmosferin üst tabakalarında bulunur. Atmosferin ozon katmanını meydana getirerek güneşten yeryüzüne gelen fazla morötesi ışınlarını soğurarak gezegenin yaşanabilir bir dünya olmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda sera etkisi olan bir gaz olması münasebetiyle da dünya sıcaklığının belirli aralıklarda tutularak yeryüzünde yaşam için uygun bir ortam oluşmasına katkı sağlamaktadır. Gökyüzüne mavi rengini verende bu gazdır. Ozon tabakasının bütünlüğünün bazulması dünyaya daha fazla ultraviyole ışınının ulaşmasına yol açmaktadır. Yoğun ultraviyole ışınları deride kızarıklara, yanıklara, deri kanserine, göz hastalıklarının (katarakt vb.) oluşmasına neden olabilir. Aynı zamanda insanlarda immun sistemin zayıflamaya sebep olabilir.

#### **2.1.1.1.6. Su Buharı (H<sub>2</sub>O)**

Atmosferdeki su buharının sera etkisi % 3 dolaylarında bulunmaktadır. İklim değişiklikleri sonucu su buharında artma oluşmakta ve küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Ancak burada etken su buharında artışa direkt insanlar dâhil olamamakta, iklim değişikliği sebep olmaktadır.

### **2.1.2. Küresel Isınmanın Olası Etkileri**

Küresel ısınmanın en ciddi etkisi yeryüzündeki canlıların yaşamını tehdit etmesidir. Atmosferdeki sera gazı emisyonunun artması neticesi olarak dünya ortalama sıcaklığının 0.5-2.5 °C yükseleceği ve bu sıcaklık yükselmesine paralel olarak kutuplarda buzulların çözülmesiyle deniz seviyesinin 2030 yıllarında 17-26 cm yükseleceği tahmin edilmektedir (55). IPCC'nin (26) yayınladığı rapora göre, 2050 yıllarında çevresel etkenlerden dolayı mültecilerin sayısının 150 milyonu bulacağı ve bunun çok önemli sosyal problemler meydana getireceği tahmin edilmektedir (56). İklim değişikliğinin diğer önemli bir tehlikesi buzulların içerisinde donmuş formda bulunan mikroorganizmaların, yeniden aktif hale gelmesidir. Aktif hale gelen bu mikroorganizmaların öldürücü rahatsızlıklara neden olabileceği ve göçmen kuşlar vasıtasıyla taşınarak dünyanın dört bir yanında salgınlara yol açabileceği

beklenmektedir (56). AIDS, Hepatit C-E, HIV virüsü, Cyclospora ve Cryptosporium enfeksiyonu, Kırım-Kongo kanamalı ateşi, BSE, Kuş Gribi ve SARS gibi hastalıkların sıklığının küresel ısınma ile ilgili olarak artabileceği tahmin edilmektedir (57). Küresel sıcaklıkların yükselmesi sonucu meydana gelen, dünya çapındaki iklim değişikliği, buzulların erimesi ve deniz seviyelerinde yükselme, insan hayatını doğrudan etkileyecek faktörlerdir (20, 58).

IPCC'in (26) yayınladığı raporunda, 100 yıl içerisinde küresel boyutta tüm hayvan ve bitki türlerinin yaklaşık % 30'nun kaybolacağı tahmin edilmektedir.

### **2.1.3. Küresel Isınmanın Hayvanlar Üzerindeki Etkileri**

Hayvanlar üzerinde küresel ısınmanın olası tesirleri kimyasal çevre, biyolojik çevre fiziksel çevre veya iklimin doğrudan tesirleri olarak meydana çıkmaktadır. Bakım ve besleme şartları, fiziksel çevre şartlarında meydana gelecek olası tesirlerle kendini dışa vurmaktadır. Aşırı iklim şartlarından dolayı (çok soğuk ve ya çok sıcak) barındırma masrafları artmakta, süt, et ve üreme gibi verimlerde azalmalar meydana gelebilmektedir. Aşırı sıcak şartların süt veren hayvanlarda laktasyon süresinin kısılmasına neden olduğu, süt kalite ve kantitesi üzerinde etkili olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (59-62). Beside yemden yararlanma seviyesinde azalma, besi sürecinde uzama ve yem tüketiminde düşmeye sebep olduğuna yönelik bildirimler bulunmaktadır (63-68). Su kaynaklarının azalması, kuraklık, denize yakın ekili alanların su altında kalması vb. nedenlerden dolayı bitkisel üretim yapılabilecek alanlar azalacağı için, mevcut olan ekilebilir alanların öncelikle insanların beslenmesine yönelik gıdaların yetiştirilmesi amacıyla kullanılmaya başlanacak ve hayvanlar için mera ya da yem bitkisi üretiminde de azalmalar yaşanacaktır.

#### *Özetle sıralamak gerekirse küresel ısınma:*

- Sağmal hayvanlarda laktasyon süresinde azalma,
- Et, süt ve yavru veriminde düşüklük (69,70)
- Hayvanların yem bulmasında güçlük,
- Hayvanlarda yemden yararlanmada düşüklük ve besi süresinde uzama (70).
- Hayvanların hastalıklara karşı direncinde düşüklük (71).

- Hayvanların yaşadığı alanların (ormanlar, nehir, deniz kenarları gibi) azalması sonucu birçok türün yok olması vb. sonuçlar doğurabilmektedir.

#### **2.1.4. Hayvanların Küresel Isınmaya Etkileri**

Son zamanlarda kümes hayvancılığı, süt, et sığırcılığı ve süt sanayisinin yoğunlaşmasıyla birlikte, çiftliklerin oluşturduğu çevre kirliliğinde ciddi bir yükseliş görülmektedir (32). Türkiye’de tarım ve hayvancılık kaynaklı en çok üretilen sera gazları CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O (37, 38) olup, bu gazların küresel ısınma potansiyelleri karbondioksitten (CO<sub>2</sub>) sırasıyla 21 kat ve 310 kat daha yüksektir (72). Amerika Birleşik Devletleri’nde üretilen süt ve et hayvanlarının doğaya saldıkları metan gazı miktarı tarımsal menşeli metan emisyonunun yaklaşık % 71’ini ve bütün metan emisyonunun ise yaklaşık % 19’unu oluşturmaktadır (5, 73). Yapılan araştırmalarda, geviş getiren hayvanlardan meydana çıkan metan gazının, sera etkisine, amonyağının ise asit yağmurlarına neden olarak dünya çapında sorunlara sebep olduğu görülmüştür (40). Bütün hayvanlar tarafından üretilen metan gazının % 5’i kadar geviş getirmeyen hayvanlar tarafından üretilir (74).

#### **2.2. Küresel Isınmaya Ruminantların Ekisi**

Ruminant dört bölmeli mide yapısına sahip olan ve geviş etiren hayvanların oluşturduğu gruba verilen addır. Ruminantların hepsi herbivor (bitkisel kaynaklarla beslenen) hayvanlardır ve bu grupta pek çok türden hayvan bulunur. Sığır, koyun, keçi, manda, gibi hayvanlar, insan ve diğer çiftlik hayvanlarının çok az sindirebildiği ya da hiç sindiremediği, selülozu ve NPN (Non-Protein Nitrogen-Protein özelliğini taşımayan azot)’lı bileşiklerini değerlendirilmeleri sebebiyle ruminantlar besin zincirinde çok önemli bir rol oynamaktadır (7). Çiftlik hayvanlarından meydana gelen metan emisyonunun ise % 80’inin büyük ruminant kaynaklı olduğu bildirilmektedir (12). Bir hayvan çiftliğinde yemlerin fermantasyonu yanı sıra gübre boşaltma ve depolama işlemleri de metanın en önemli kaynaklarıdır (13). Metan gazının yıllık % 16.4’ünün, ruminant ile hayvanların gübresinden meydana geldiği belirtmekte olup, bu % 16.4’lük oran küresel ısınmaya sebep olan tüm sera gazlarının aşağı yukarı % 2.9’unu oluşturmaktadır (14). Bir tek hayvanın meydana getirdiği metan gazı miktarı çok düşüktür. Örneğin yetişkin bir sığır yılda aşağı yukarı 80-110 kg metan gazı

meydana getirmektedir (46, 73). Ancak ruminant hayvan sayısının dünya çapında 1 milyar dolaylarında olması (88) sera etkisinin oluşmasına önemli bir şekilde katkıda bulunmaktadır.

### **2.2.1.Ruminantlarda Sindirim**

Ruminantlarda sindirim sistemi; Ağız, yemek borusu, mide (4 bölmeli), ince bağırsaklar, kör ve kalınbağırsaklardan oluşur. Ruminantlar diğer memeli hayvanlardan farklı olarak midelerin 4 bölmeli bir kompleksten oluşmaktadır.

#### Bunlar sırasıyla:

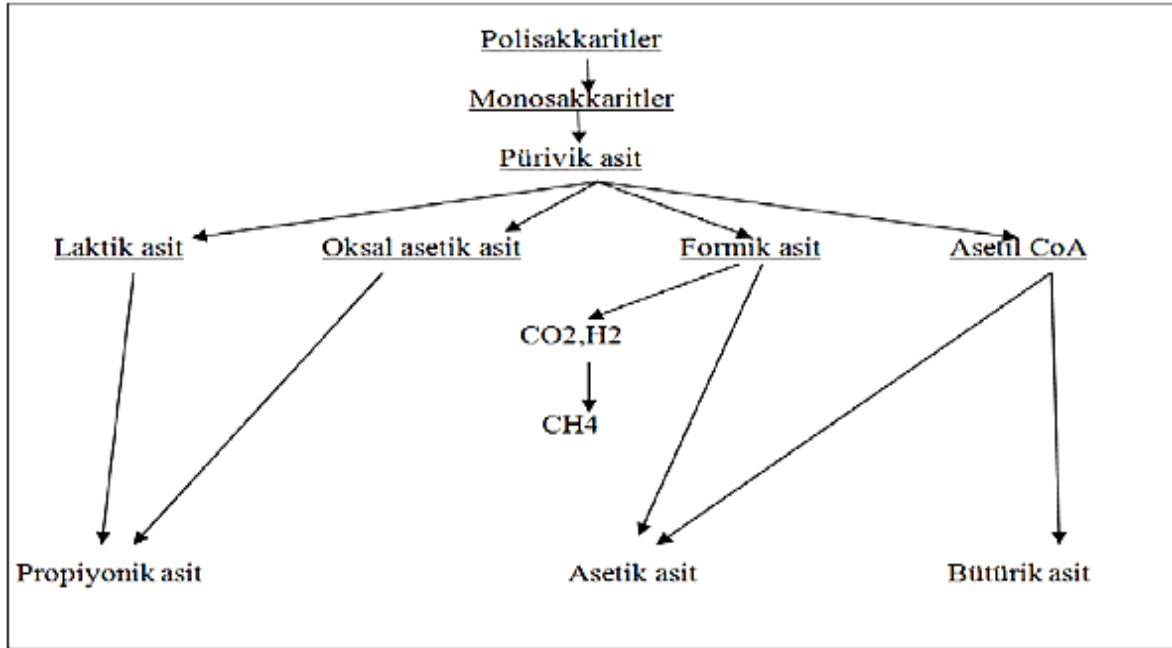
- Reticulum (börkenek),
- Rumen (işkembe)
- Omasum (kırkbayır)
- Abomasum (Şirden)

Rumen ve retikulum yetişkin ruminantlarda iç içe geçmiş herhangi bir şekilde bir birinden tam anlamında ayrılmamıştır. Ancak ikisi bir birinden farklı işlevlere sahiptirler. Retikulum, alınan yemin omasuma yâda rumene hareket etmesi sağlamakta ve geniş getirme esnasında rumende bulunan yemin tekrar ağıza getirilerek (geniş getirme-regurgitation) mekanik olarak parçalanmasında rol almaktadır. Rumen büyük bir fermantasyon fiçısına benzer. Rumende aynı zamanda büyük bir mikrobiyal popülasyon bulunmaktadır. Omasum alınan yem partiküllerinin ebatlarının ufaltılmasına yardım ederek sindirim sisteminin alt bölümlerine geçmesini sağlar. İşlev bakımından abomasum, basit midelilerdeki bezsel (glandüler) mideye karşılık gelmektedir (75). Sindirim enzimleri ruminantlarda rumen, retikulum ve omasumda bulunmazken sadece abomasumda bulunmaktadır (8). İnsan ve tek mideli hayvanların sindirim sistemlerinde bitki hücre çeperinde bulunan selülozu parçalayacak hemiselülitik ve selülitik enzimler bulunmaz. Bitki hücre çeperinde bulunan selülozu hidrolize edebilen rumen mikroorganizmaları ile otçul hayvanlar arasında simbiyotik bir ilişki gelişmiştir (76). Basit mideli canlıların sindirimini yapamadığı besin bileşenlerini geniş getiren hayvanlar, rumende var olan mikroorganizmalar tarafından sindirebilmektedirler. Yeni doğan bir buzağıda retikülo-rumen toplam midenin yaklaşık % 30'unu, ergin hayvanda ise yaklaşık olarak % 85'ini oluşturmaktadır (77). Ruminant

hayvanlarda sindirim sistemleri fermantasyon için mükemmel bir mekan olup, sindirim aktivitelerinin % 60'ından fazlası retikülo-rumende meydana gelmektedir (76, 78). Retikülo-rumen hayvana besin bileşenlerinin parçalanmasıyla enerji ve mikrobiyal protein sağlamaktadır (79).

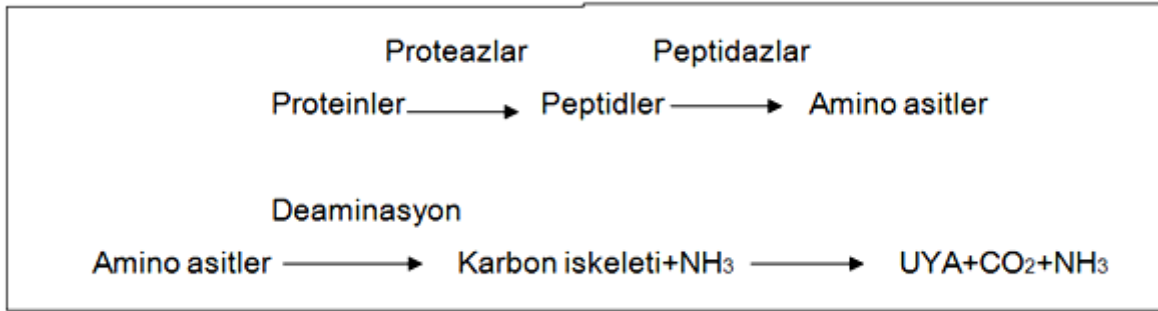
### 2.2.2. Rumen

Ruminantların mideleri 4 bölmeden oluşmakta olup, bunlardan en önemli bölümü fermantasyonun büyük oranda gerçekleştiği rumendir. Rumendeki 39-40°C sıcaklık ve 5.5-7.0 düzeyindeki pH mikroorganizmaların çoğalması ile pek çok enzimin aktivite gösterebilmesi için ideal koşulları oluşturmaktadır (80). Rumende bulunan mikroorganizmalar ile ruminantlar arasında tam anlamıyla simbiyotik yaşam söz konusudur. Rumende bulunan mikroorganizmalardan dominant olanlar anaerobik bakteriler, mantarlar ve protozoalardır. Bunların dışında maya ve bakteriofajlar az sayıda bulunmaktadır. Basit mideliler gibi geviş getiren hayvanlar da selülozu hidrolize edebilecek enzim üretememektedirler. Fakat rumende bulunan mikroorganizmalar, bitki hücre çeperinde bulunan selülozu salgıladıkları enzimler vasıtasıyla fermantasyona uğramakta ve bu fermantasyonun sonucunda daha basit karbonhidratlara ve uçucu yağ asitlerine (UYA) dönüştürmektedir.



Şekil 3. Rumende Karbonhidrat Parçalanmasının Özeti (8).

Karbonhidratların büyük bir kısmı rumende parçalanarak değişime uğrar. Parçalanmanın son ürünleri, tek mideli hayvanların ince bağırsaklarında olduğu gibi değişik monosakkaritler değildir. Şekil 3’de de görüldüğü gibi, rumende monosakkarit bileşikleri bir ara ürün olarak meydana gelir, daha sonra parçalanarak son ürün olan 2-5 karbonlu UYA’ya dönüşmekte ve aynı zamanda rumende karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) da oluşmaktadır. Rumende sentezlenen başlıca UYA propiyonik asit, asetik asit ve bütirik asittir. Sentezlenen diğer uçucu yağ asitlerinin oranları oldukça düşüktür (8, 80).



Şekil 4. Rumende Proteinlerin Parçalanması (77).

Rumen bakterilerinin yaklaşık olarak % 40’ı proteolitik aktivite göstermektedir. Bakteri proteazları hücrelere bağlanmış olup hücre yüzeyine lokalize olmuşlardır ve bu yolla kolayca substratlarla ilişkiye girebilmektedirler. Rumen protozoaları çok güçlü intrasellular proteaz enzimlere sahip olup bunlar optimum 6-7 pH’da aktivite göstermektedir. Şekil 4’de de görülebileceği gibi proteinlerin rumen bakterileri tarafından parçalanarak uçucu yağ asitleri, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve amonyağa (NH<sub>3</sub>) dönüştürüldüğü bildirilmektedir (77). Ruminantlar enerjilerinin % 70 UYA, % 10 mikrobiyal hücreler, % 20 sindirilebilir fermente olmamış besinlerden elde ederler. Bu demektir ki rumende meydana gelen fermantasyon sonucu oluşan gerek UYA’lar ve gerekse mikrobiyal hücreler ruminantların enerji gereksiniminin yaklaşık % 80 oranını karşılaması gibi yüksek bir öneme sahip olmaktadır.

Metabolizmadaki fonksiyonları ve rumendeki sayıları açısından önemiyeti bulunan bakterilerinin bir kısmını Tablo 3’de sunulmuştur.

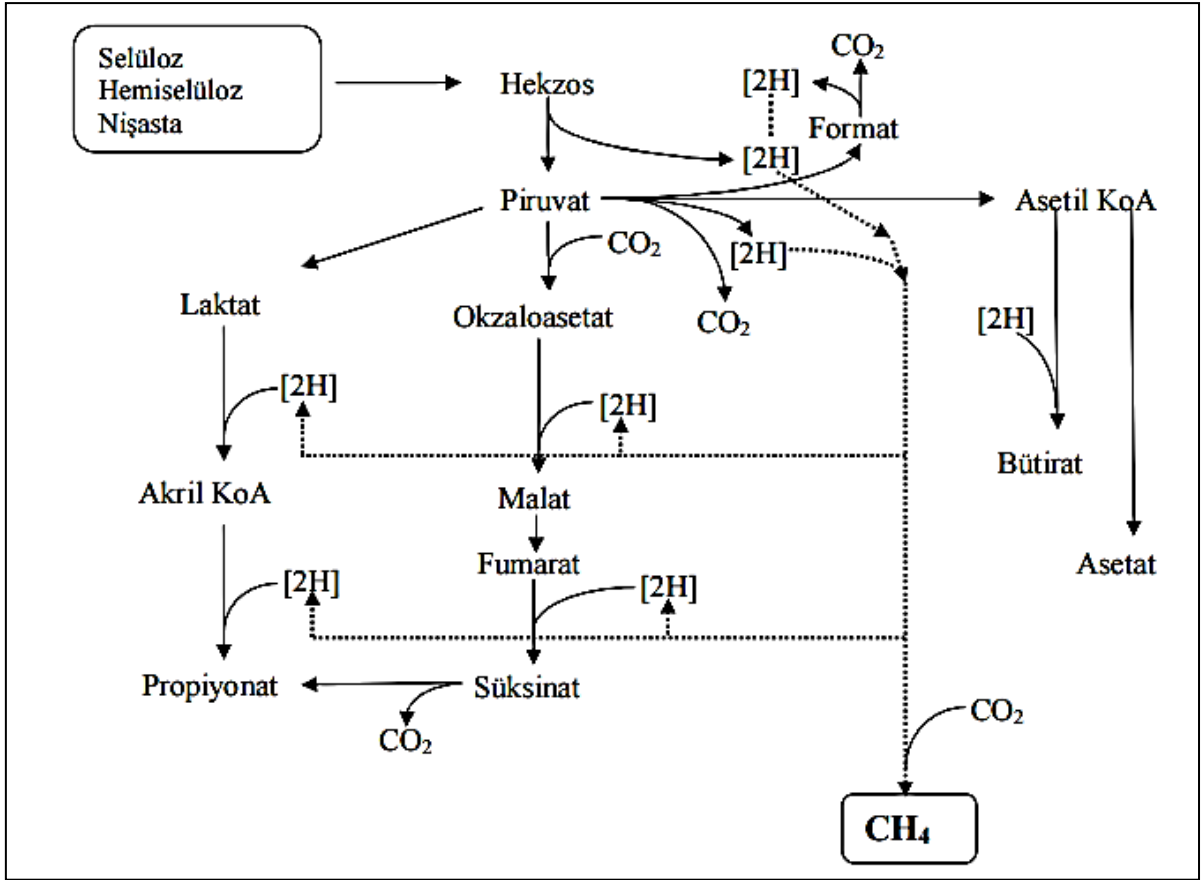


**Tablo 3.** Önemli Rumen Bakterileri ve Fermente Ettikleri Besin Maddelerine İlişkin Bilgiler (75)

<b>Selüloolitik Bakteriler</b> <i>Bacteriodes succinogenes</i> <i>Ruminococcus flavefaciens</i> <i>Ruminococcus albus</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	<b>Hemiselüloolitik Bakteriler</b> <i>Bacteriodes ruminocola</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Ruminococcus sp.</i>	<b>Pektinolitik Bakteriler</b> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Bacteriodes ruminocola</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Lachnospira multiparus</i> <i>Succinivibrio dextrinosolvens</i> <i>Treponema bryantii</i>
<b>Amilolitik Bakteriler</b> <i>Bacteriodes amylophilus</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Succinimonas amyolytica</i> <i>Bacteriodes ruminicola</i>	<b>Üreolitik Bakteriler</b> <i>Succinovibrio dextrnosolvens</i> <i>Selemonas sp.</i> <i>Bacteriodes ruminocola</i> <i>Ruminococcus bromii</i> <i>Butyrivibrio sp.</i> <i>Treponema sp.</i>	<b>Metan Üreten Bakteriler</b> <i>Metanobrevibacter ruminantium</i> <i>Metanobacterium formicicum</i> <i>Metanobacterium mobile</i>
<b>Şeker Kullanan Bakteriler</b> <i>Treponema bryantii</i> <i>Lactobacillus vitulinus</i> <i>Lactobacillus ruminus</i>	<b>Asit Kullanan Bakteriler</b> <i>Megasphaera elsdenii</i> <i>Selemonas ruminantium</i>	<b>Proteolitik Bakteriler</b> <i>Bacteriodes amylophilus</i> <i>Bacteriodes ruminocola</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Streptococcus bovis</i>
<b>Amonyak Üreten Bakteriler</b> <i>Bacteriodes ruminocola</i> <i>Megasphaera elsdenii</i> <i>Selemonas ruminantium</i>	<b>Lipid Kullanan Bakteriler</b> <i>Anaerovibrio lipolytica</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Treponema bryantii</i> <i>Eubacterium sp.</i> <i>Fusocillus sp.</i> <i>Micrococcus sp.</i>	

### 2.2.2.1. Rumende Metan Gazı Oluşumu

Metan gazı, ruminantların rumen ve bağırsaklarındaki mikroorganizmaların oluşturduğu fermantasyon faaliyetleri neticesinde üretilir. Ancak üretilen toplam metan gazının % 90'ı rumende üretilmektedir (81). Birçok araştırmacı, diyet olarak kullanılan karbonhidratların rumende bulunan bakteri ve protozolar tarafından fermente edildiği, bu fermantasyon neticesinde UYA, CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> gazının meydana geldiğini bildirmişlerdir (8, 82). Rumende fermantasyon olayın meydana geliş şekli 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Rumende Metan Gazı Üretiminin Şematik Gösterimi (82)

Karbonhidratların rumen içerisinde var olan bakteri ve protozolar tarafından fermente edilmesi sonucu UYA ile birlikte metan gazının ana unsurları olan  $H_2$  ve  $CO_2$  ortaya çıkar. Ayrıca metan gazının bir diğer unsuru da formattır. Rumen içerisinde meydana gelen metan gazının % 15-20 dolaylarında formattan meydana geldiği bildirilmektedir (83, 84). Rumende metanojen bakteriler tarafından  $CO_2$ 'in  $H_2$  ile metana indirgenmesi metanın meydana gelmesinde ana yoldur. Ruminant çiftlik hayvanlarının (sığır, koyun, keçi) rumeninde, çözünebilir ve yapısal karbonhidratları içeren kaba yem esasına dayalı rasyonların anaerobik fermantasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından metanogenezis (metan oluşumu) ile metan üretilmektedir (85). Bu da ruminantlarda enerji kaybına sebep olmaktadır. Başka bir ifadeyle, ruminantlarda enerji kullanımıyla metan üretimi arasında negatif bir ilişkinin varlığı bilinmektedir (86).

Tablo 4. Türkiye'de Sığır, Koyun Ve Keçi Enterik Ve Gübre Kaynaklı Metan Emisyonları (87)

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		

Bir tek hayvanın meydana getirdiği metan gazı miktarı çok düşüktür. Örneğin yetişkin bir sığır yılda aşağı yukarı 80-110 kg metan gazı meydana getirmektedir (46, 73). Ancak dünya çapında ruminant hayvan sayısının 1 milyar dolaylarında olması (88) metan emisyonunu önemli hale getirmektedir. Kalitesiz kaba yemler ile beslenen ruminantlarda metan gazı üretimi, alınan sindirilebilir enerjinin aşağı yukarı % 15-18'ini bulabilir.

Metan gazının üretimini azaltmak için (44, 45, 46):

- Ruminant hayvan verimlerinin yükseltilerek hayvan varlığının düşürülmesi,
- Ruminantların rasyonunda kaba yem seviyesinin düşürüp, kesif yem seviyelerinin artırılması,
- Sera emisyonunun salınımını azaltmaya imkan sağlayan kaliteli kaba yemler ve mera bitkilerini üretmek,
- Ruminant rasyonlarına saponin ve tanen gibi bileşenleri fazla bulduran alternatif yem bitkileri ve kesif yemleri kullanmak,
- Rasyonlara bitkisel kökenli yağların ilave edilmesi,
- Uçucu yağlar gibi bileşiklerin hayvan beslemede kullanılabilmesi,

### **2.2.3. Rumende Metan Emisyonunun Azaltılmasında Kullanılan Besleme Stratejileri**

#### **2.2.3.1.Rasyona Bağlı Besleme Stratejileri**

Rasyonun içerdiği karbonhidrat kaynağı, konsantre yemlerce zengin beslenen hayvanlarda metan emisyonu düşmektedir (89). Benchaar ve ark., (90) rasyonlarda yapısal karbonhidratların yerine basit (yapısal olmayan -selüloz içermeyen) karbonhidratlar kullanımı neticesinde metan gazının % 17 seviyelerinde düşürülebileceğini bildirmişlerdir. Hindrichsen ve ark., (91) ligninleşmiş selülozu tüketen ruminantların daha düşük metan gazı oluşturduklarını bulmuşlar ve bunu ligninleşmenin metan gazı meydana gelişi için zaruri olan besi ortamını düşürdüğü şeklinde yorumlamışlardır. Rasyon içerisinde bulunan kaba yem kaynağı da metan emisyonu üzerinde etkisi vardır. Buğdaygil kaba yemleriyle beslenen ruminantlarda, baklagil kaba yemleriyle beslenen ruminantlara göre metan gazı üretimi daha yüksektir. Çünkü buğdaygil kaba yemlerine göre baklagil kaba yemleri içerisinde bulunan yapısal karbonhidrat (selüloz) içeriği daha az bulunmakta ve rumenden bulunma süresinin düşük olması sebebiyle daha çok propiyonat üretimi meydana gelmektedir (89). Yonca ve mısır silajıyla beslenen süt sığırlarının rasyonunda, mısır silajı seviyesinin yükselmesiyle metan gazı oluşumunun azaldığını bildirilmiştir (92). Rasyonlardaki konsantre yem seviyesinin artırılması rumende propiyonat oluşumunda yükselmeye ve metan gazı meydana gelmesinde düşmeye sebep olmaktadır (89, 93). Pelet haline getirilen kaba yemlerinin hayvanlar tarafından tüketilmesi propiyonik asit üretimini yükselterek metan gazı üretimini düşürmektedir. Ruminant rasyonlarına yağ ilave edilmesi, rasyondaki enerji yoğunluğunun yükselmesi için uzun zamandır yapılan besleme taktiğidir (94). Ruminant rasyonlarının içine yağ ilave edilmesi metan gazı oluşumunu azaltmaktadır (95). Bilhassa bitkisel yağlarda var olan uzun zincirli yağ asitleri rumende metan gazı oluşumunu azaltmaktadır (96).Tüketilen kuru madde miktarının yükselmesi, rumende geçiş hızını arttırmakta ve yem maddelerinin rumen içerisinde kalma süresini azaltmaktadır. Yapılan araştırmalarla sıvı ve katı rumen içeriğinin rumenden geçme hızının % 54'ten % 68'e yükselmesi neticesinde metan oluşumunda % 30 oranında düşme meydana geldiği gösterilmiştir (97).Üretimin yüksek olduğu sistemlerde ot kalitesi yüksek mera alanlarında otlatılan sığırların metan gazı üretiminin % 22 dolaylarında azaldığı bildirilmiştir (98).

### **2.2.3.2. Yem Katkıları**

İyonofor grubu antibiyotikler rumende bulunan ortamı gram (-) negatif bakteriler lehine döndürerek metan gazı oluşumunu azaltmaktadır. Uygulamda en fazla tercih edilen iyonofor grubu antibiyotik olan monensinin rasyonlarda kullanılmasıyla oluşan metan gazı

miktarı % 25 dolaylarında düşmektedir (99). Fakat yem katkısı olarak antibiyotiğin hayvan rasyonlarında metan oluşumunu azaltmak için kullanımı Türkiye’de yasal olarak mümkün değildir. Antibiyotiğin hayvanların beslenmesinde kullanımı Avrupa Birliğine üye ülkelerde 01.01.2006 tarihinden sonra yasaklamıştır (100).

Probiyotikler hayvanların mide-bağırsaklarında bulunan faunayı düzenleyip sağlık bakımından pozitif etki oluşturan yem katkısı olarak kullanılan canlı mikrobiyalardır (101). Ruminantlarda rumen ortamının iyileştirilmesi maksadıyla canlı maya kültürü olarak *Saccharomyces cerevisiae* ile *Aspergillus oryzae* fermentasyon ekstraktı rasyonlarına yaygın bir biçimde eklenmektedir (102, 103, 104). İn vitro (105) ve in vivo (106) ortamlarda gerçekleştirilen çalışmalar ile metan üretimini mayaların baskıladığı bildirilmiştir.

Yapılmış araştırmalarda *in vitro* ortamda rumen içeriğine dâhil edilen fumarik asitin metan gazı üretimini % 5- 11 seviyelerinde azalttığı tespit edilmiştir. Fakat yapılan in vivo araştırmalar bulunmasına karşın, propiyonik asit üretimi uyarıcı preparatların etkileri hala tamamen ortaya konulamamıştır (104).

### **2.2.3.3. Kimyasallar**

Metan gazı üretimini azaltmak için "direkt metan inhibitörleri" adı verilen kimyasallarla mümkün olmaktadır. Yapılan araştırmaların neticelerine göre, *in vitro* ve in vivo ortamlarda kloroform, metan gazı üretimini azaltmıştır. Fakat sahada pek kullanım imkânına sahip olmamaktadır. Kimyasalların sahada kullanımının pratik olmaması yanında hayvan sağlığı açısından da olumsuz etkileri bulunmaktadır. Ayrıca metanojen mikroorganizmalar, kimyasallara karşı direnç kazandıklarından dolayı rasyonlarda kimyasallar uzun süre kullanılamamaktadır (7, 55, 107, 108).

### **2.2.3.4. Yem Bitkilerinde Bulunan Bazı Bileşenler**

Rasyonlarda, yem katkısı olarak antibiyotiklerin kullanılmasının yasaklanmasıyla birçok ülkede yeni doğal koruyucu ve verim yükseltici yem katkısı olarak bitki ekstraktları ve bitkilerden faydalanılmaya başlanmıştır (109). Aromatik bitkilerin yapısında var olan aktif

bileşenler (öjenol, karvakrol, sinnamealdehit, timol vb.) antimikrobiyal etkileri sebebiyle metan gazı üretimini baskılamaktadır (110).

### **2.3. Ruminantlarda Metan Gazı Üretimi Azaltılmasına Yönelik Daha Önce Yapılmış Çalışmalar**

Uzun süredir rumen içerisinde meydana gelen metanı baskılamak için yem katkı maddesi olarak kimyasallardan faydalanılmıştır. Fakat ruminantların rasyonlarına eklenen bu kimyasallar, ya metanojen bakteriler tarafından direnç gösterilerek etkileri geçici olmakta ya da hayvanlar üzerinde toksik etki göstermektedirler (55). Bazı bitkiler, bitki esansiyel yağları ve bitki ekstraktları antimikrobiyel nitelikleri (111, 112) ile antibiyotikler için alternatif olması sebebiyle rumen fermantasyonunu kontrol altında tutmak amacıyla kullanılabilir (113, 114). Yapılan *in vivo* araştırmalarda, koyunların rasyonuna eklenen sarımsak ekstraktının metan gazı üretimini baskıladığı, bildirilmiştir (115). Yine koyun rasyonuna ilave edilen ve karvakrolce zengin kekik ekstraktının metan gazı üretimini % 12 seviyelerinde baskıladığı bildirilmektedir. Canbolat ve ark., (116) rasyona ilave edilen kekik yağının metan gazı üretimini azalttığını bildirmektedirler. Kekik yağı içerisinde var olan timol, bakterilerin zar geçirgenliğinde ve stoplazma ortamının akışkanlığında artmaya neden olduğundan bakteri içeriğinin bakteri dışına akışına yol açarak bakterilerin ölmesine sebep olmaktadır (117). Diğer araştırmacılar ise kekik yağında bulunan karvakrol ve timolün bakterilerde ATP sentezini bloke ederek bakteri popülasyonunu baskıladığını bildirmişlerdir (118). Busquet ve ark., (119) rumen içeriğine sırayla; 0,3-30-300-3000 mg/1 kekik yağı eklendiğinde, kekik yağı dozunun yükselişine bağlı olarak metan gaz oluşumunu düşürdüğünü saptamışlardır. Shinkai ve ark., (120) süt sığırlarının rasyonuna kaju fıstığı içerisinde bulunan aktif bileşenlerin ilave edilmesiyle metan gazı üretiminin % 20 seviyesinde baskılandığını bildirmektedirler. Agarwal ve ark., (121) rumen sıvısına 0.33, 1 ve 2 µl/ml ilave edilen nane yağının metan gazı üretimini sırayla % 19.9, % 46.0 ve % 75.6 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir. Macheboeuf ve ark., (122) 246 mg/lt tarçın yağının rumen içeriğine eklenmesinin metan (CH<sub>4</sub>) gazı üretimini % 13 seviyesinde azalttığını bildirmişlerdir. Patra ve ark., (123) karanfil, rezene, soğan, sarımsak ve zencefil uçucu yağlarının rumen içeriğine ilave edilmesiyle metan gazı oluşumunu azalttığını belirlemişlerdir. Evans ve Martin (124), 400 µg/ml seviyesinde timolün rumen içeriğine eklenmesinin metan gazı oluşumunu

baskıladığını belirlemişlerdir. Bunun yanında Beauchemin ve McGinn (125) ruminant rasyonlarında kullanılan eterik yağ, bütün metan gazı oluşumunda, alınan KM/kg başına CH<sub>4</sub> oluşumu ile kullanılan bürüt enerjinin yüzdelik olarak metan oluşmasıyla kaybolan enerjide bir değişiklik olmadığını bildirmektedirler. Nane, portakal ve kekik yağlarının rumen fermantasyonun üstündeki etkilerinin incelendiği çalışmada, rasyonlara eklenen eterik yağın yükselen düzeyleriyle beraber CH<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub> emisyonları oluşumunda ciddi seviyede düşme meydana geldiği bildirilmektedir (126).

#### 2.4.Söğüt (*Salix Alba*)

Söğüt ağacı (*Salix alba*)söğütgiller(*Salicaceae*) familyasına bağlı*Salix* (Söğüt) cinsi içerisinde yer alan bodurçalı veya uzun boylu ağaç halinde, çoğunlukla kışları yaprak döken odunsubitkilerdendir. Söğüt, genellikle nemli topraklarda yetişen, dere ve su kenarlarına dikilen bir orman ağacı türüdür. Söğüt ağacının kabuklarından salisin adı verilen madde elde edilmekte insan ve hayvanlar tarafından vücut içinde metabolize edilerek Aspirinin aktif maddesi olarak bilinensalisilik asit'e dönüştürülmektedir (127).

Anadolu'da ilk yazılı metinlerin sahibi olarak bilinen Hititler,söğütten ilaç yapmışlardır. Eski Mısır ve Sümerkayıtlarında söğüt ağacının kabuğu ateş düşürücü ve ağrı kesici olarak kullandığı bildirilmektedir (127). Milattan Önce 5. yüzyılda Yunanlı hekim Hipokratsöğüt ağacının ilaç olarak kullanılmasından söz etmektedir. Amerika'da yaşayan Kızılderili ve yerlilerin de söğüt ağacını tedavi maksadıyla sıkça kullandığı bilinmektedir (127).

Türkiye'de yetişen 25 civarında söğüt ağaç türlerinin kurumuş dalların kabuğunda % 15 dolaylarında tanen bulunmakta olup kuvvet verici, yatıştırıcı, peklik yapıcı, antiromatizmal ve ateş düşürücü tesirlere sahiptir (128). Ülkemizde bilhassa söğüt ve meşe ağaçlarında var olan tanenler hemostatik, peklik yapıcı ve astrenjan (doku ya da mukoza büzücü) tesirlerinin yanında alkaloit bulunduran bitkiler ile zehirlenme olaylarında antidot maksadıyla kullanılmaktadır (128- 130). Latince *salix*(söğüt) sözcüğünün kökeninden ismini alan salisilik asit ilk kez 1838 yılında Raffaele Piria adında bir araştırmacı tarafından söz etmiştir. Tıbben tesiri hala araştırılan salisilik asit, kalp rahatsızlıklarından soğuk algınlığına kadar çeşitli hastalıkların tedavisi amacıyla kullanılmaktadır (131). Söğüt ağacının ateş düşürücü, ağrı kesici,

ishal önleyici, iştah açıcı, mikrop öldürücü, antiromatizmal ve kan sulandırıcı etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir (132, 133).

Toplum tarafından bataklik mekânlarının kurutulması veya sıtma ile mücadele amacıyla söğüt, kavak, dişbudak, kızılâğaç, akasya veya papatya bitkilerinin faydalı olduğu bilinmektedir (134). Cumhuriyetin ilk dönemlerinde sıtma hastalığına karşı mücadele için söğüt ve kavak ağaçları bataklik alanları kurutmak amacıyla Ege kıyıları ve Adana çevrelerinde dikilmiştir (135-137).

## 2.5. Tanenler

Tanenler, pek çok bitkilerin ikincil bioaktif metabolitleri yapısında bileşiklerdir. Tanenler molekül ağırlıkları 500 ile 20000 dalton aralarında değişen suda çözünebilir bileşiklerdir. Polifenol yapısındaki bu bileşikler proteinlerle ve diğer makro moleküllerle beraber çaprazlama bağlar oluşturabilirler(138-140). Bitkilerin yapılarında var olan isoflouonoidler, flouonoidler, tanen ve tokofereoller fenolik bileşikler arasında yer almaktadır. Bitkilerin yapısında var olan bu fenolik bileşikler okside olmakta ve aminoasitler ile bağlantı kurarak proteinlerin, çinko ve demir gibi mineral maddelerinin yararlanılabilirliklerini düşürürler (141, 142).

### 2.5.1. Tanenlerin Faydaları

Meyve ve sebzelerde var olan fenolik bileşikler iyi bir hidrojen vericisi olduklarından antioksidan etkiye sahiptirler (143, 144). Yurdumuzda da yetişebilen *Hypericum perforatum* (sarı kantaron) bitkisi içerisinde % 6.5-15 seviyesinde bulunan kateşik tanen ve proantosiyanidinlerin (kimyasal yapılarından dolayı *kondanse tanenler* de denir) antimikrobiyel, antiviral ve antioksidan etkileri bulunduğu bildirilmektedir (144).Tanenler bilhassa meyveler toplanmadan önce meyvede oluşabilecek mikrobiyal bozulmalara karşı tabii bir savunma mekanizması meydana getirirler. Tanenlerin küfler, mayalar, bazı virüsler ve bakteriler üzerinde önemli ölçüde antimikrobiyel etkisi vardır. Tanenlerin antimikrobiyel etkisi mikroorganizmaların enzimleri veya enzim substratlarıyla farklı bileşikler oluşturarak solunum sistemi ve hücre zarları üzerindeki toksik etkisinden kaynaklanmaktadır (145-147). Deney hayvanlarında ellajik asitle yapılan çalışmalarda bu maddenin deri, akciğer, karaciğer,



kolon, gırtlak ve dil kanseri meydana gelişlerini ciddi düzeyde engellediği belirlenmiş ve bu maddenin kanser tedavilerinde yararlanabilecek potansiyel bir kemoterapi ajanı olabileceği ortaya konmuştur (148).

### **2.5.2. Tanenin Zararları**

Bitkilerin yapısında var olan fenolik bileşikler okside olmakta ve aminoasitler ile bağlantı kurarak proteinlerin, çinko ve demir gibi mineral maddelerinin yararlanılabilirliklerini dűřürler (141, 142). Hindistan'ın dođu bölgeleri ve Güneydođu Asya'da "betel nut" ismiyle bilinen ve çoğunlukla akşam yemeklerinden sonra keyif verici özellikleri sebebiyle tüketilen meyvenin % 11-26 tanen içeriği sebebiyle gırtlak ile yanak kanserlerine sebep olduğu bildirmektedir (149).

## **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

### **3.1. Materyal**

#### **3.1.1. Yem Materyali**

Çalışmada kullanılan buğday samanı ile mısır silajı Harran Üniversitesi Hayvancılık Araştırma Ünitesinden, yonca kuru otu ise TJK Şanlıurfa Hara Pansiyonundan tedarik edilmiştir. Çalışmadaki söğüt yaprağı, söğüt ağacının yeşil yapraklarından taze olarak temin edilmiştir. Taze söğüt yaprakları gölgede kurutularak öğütülmeye hazır hale getirilmiştir.

#### **3.1.2. Rumen Sıvısı**

Şanlıurfa'da faaliyet gösteren özel bir mezbahanedan alınan rumen sıvısı, sıcaklığını korumak amacıyla, daha önce içinde 38-40°C sıcak su ve CO<sub>2</sub> bulunan termos kap içerisinde konularak hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir.

### **3.2. Yöntem**

#### **3.2.1. Deneme Yemlerinin ve Söğüt (*Salix Alba*) Yapraklarının Ham Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi**

Araştırmada, kullanılan buğday samanı, yonca kuru otu, mısır silajı ve söğüt yaprakları 1 mm'lik eleklerden geçecek biçimde laboratuvar değirmeninde öğütülerek analizler için hazır hale getirilmiştir. Söğüt yapraklarının ve test yemlerinin ham besin madde içerikleri (ham kül, ham protein ve kuru madde) AOAC (151)'e göre yapılmıştır. NDF (Neutral Detergant Fibre) ile ADF (Asit Detergant Fibre) analizleri ise Van Soest ve ark., (152)'nin bildirdikleri yöntemle göre yapılmıştır. Söğüt yaprağının kondanse tanen içeriklerinin belirlenmesi Makkar ve ark., (153) tarafından bildirilen metoda göre yapılmıştır.

#### **3.2.2. İn Vitro Denemenin Yürütülmesi**

Yem maddelerinin (yonca kuru otu, buğday samanı ve mısır silajı) her birine katkısız (kontrol), % 10, % 25, % 50, % 75 ve % 100 düzeyinde söğüt yaprağı karıştırılarak 24 adet

örnek oluşturulmuş olup üç yem maddesi (yonca kuru otu, buğday samanı ve mısır silajı) için toplam 72 adet örnek oluşturulmuştur.

### 3.2.3. Çözeltilerin Hazırlanması ve Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması

Bu yöntemin temeli yemlerin, rumen sıvısı ile 24 saatlik inkübasyonu sonucu oluşan gaz ( $\text{CH}_4$ ) miktarının ölçülmesine dayanır. Elde edilen sonuçlar *in vitro* organik madde (OM) sindirilebilirliği ile yem maddelerinin metabolik enerji (ME) içeriğinin hesaplanmasında kullanıldı.

### 3.2.4. Çözeltilerin Hazırlanması

#### 3.2.4.1. Makromineral Çözeltisi:

Aşağıda verilen kimyasal maddeler saf su ile çözdürülerek ve yine saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Çözeltinin pH değeri 6.8 olarak ölçülmüştür.

- 0.6 g  $\text{MgSO}_4 (7\text{H}_2\text{O})$
- 6.2 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$
- 5.7 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$

#### 3.2.4.2. Mikromineral Çözeltisi:

Aşağıda verilen kimyasal maddeler saf suda çözdürülmüş daha sonra 100 ml'ye tamamlanmıştır.

- 8.0 g  $\text{FeCl}_3 (6 \text{H}_2\text{O})$
- 1.0 g  $\text{CoCl}_2 (6\text{H}_2\text{O})$
- 10 g  $\text{MnCl}_2 (4\text{H}_2\text{O})$
- 13.2 g  $\text{CaCl}_2 (2\text{H}_2\text{O})$

### 3.2.4.3. Tampon (Buffer) Çözeltisi :

Aşağıda verilen kimyasal maddeler saf suda çözdürülerek 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

- 39 g Na HCO<sub>3</sub>
- 4 g (NH<sub>4</sub>) HCO<sub>3</sub>

### 3.2.4.4. Resazurin Çözeltisi

100 mg resazurin saf suda çözdürülerek 100 ml'ye tamamlanmıştır.

### 3.2.4.5. İndirgeme (Redüksiyon) Çözeltisi

Bu çözelti taze olarak hazırlanmıştır. 47.50 ml saf suya 2 ml 1 N NaOH ilave edilerek, üzerine 285 mg Na<sub>2</sub>S (7H<sub>2</sub>O) eklenerek karışım çözdürülmüştür.

## 3.3. Yöntemin Uygulanması

Analizin uygulanmasında yukarıda bildirilen şekilde hazırlanan çözeltiler, Woulf şişesine aşağıda verilen miktar ve sıra ile konmuştur.

- 949 ml saf su
- 0.24 ml mikro mineral çözeltisi
- 474.46 ml Tampon (buffer) çözeltisi
- 474.46 ml makro mineral çözeltisi
- 2.44 ml resazurin çözeltisi
- 98.88 ml İndirgeme (redüksiyon) çözeltisi

Bu karışım, rumen sıvısı alınmadan hemen önce hazırlanmış, CO<sub>2</sub> gazı altında 39°C deki su banyosunda manyetik bir karıştırıcı ile karıştırılarak rumen sıvısı ilave edilene kadar bekletilmiştir.

### 3.3.1. Rumen Sıvısının Alınması ve İnkübasyonu

Şanlıurfa'da faaliyet gösteren bir mezbahanedan alınan rumen sıvısı, sıcaklığını korumak amacıyla, daha önce içinde 38-40°C sıcak su ve CO<sub>2</sub> bulunan termos kap içerisinde konularak hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen rumen sıvısının kaba partiküllerinden ayrılması için hızlı bir şekilde CO<sub>2</sub> gazı altında 4 kat tülbent bezinden süzölmüştür. Laboratuvarda hazırlanan 2000 ml karışımına (suni tükürük karışımı) 1000 ml süzölmüş rumen sıvısı ilave edilmiştir. Bu karışım içerisinde sürekli CO<sub>2</sub> gazı verilmiş ve bu sırada renk değişimi kontrol edilmiştir (yaklaşık 15 dakika). Daha önce yem örneği konulmuş olan ve inkubasyon dolabında 39 °C'de bekletilen özel cam şırıngalara dispenser yardımıyla 30 ml rumen sıvısı karışımından konulduktan sonra, içindeki hava kabarcıkları ortamdan uzaklaştırılmış ve uç kısmındaki kısıkaç sıkıştırılmıştır. İlk hacim okunup kaydedilmiş ve şırıngalar 39 °C'de sabitlenmiş olan özel yapım su banyosuna yerleştirilmiştir. Gaz üretim tekniği Menke ve ark., (150) vasıtasıyla bildirilen metoda göre uygulanmıştır. İnkübasyon 39°C de 24 saat devam etmiş olup 24. saat meydana gelen gazların verileri kaydedilerek, CH<sub>4</sub> gaz ölçüm işlemleri için şırıngalarda meydana gelen gaz üç yollu şırınga sistemi ile alınmıştır. Alınan gaz, metan gazı ölçüm cihazına (Sensors Analysentechnik GmbH&Co. KG, Berlin, Germany) enjekte edilerek bilgisayarda metan gaz değeri (%) okunmuştur. Gaz oluşum yönteminde her bir örnek için dört tekrarlanma olacak biçimde çalışılmıştır. Şırıngalar içerisinde kalan rumen içeriği yem karışımı dört kat tülbentten süzdürölerek pH değerleri okunmuş, bu örnekler NH<sub>3</sub>-N tahlillerinin yapılacağı tarihe kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

### 3.3.2. İVOMS ve ME İçeriklerinin Hesaplanması

Gaz üretim miktarları belirlendikten sonra aşağıdaki eşitlikler kullanılarak İVOMS ve ME değerleri hesaplanmıştır (154).

$$\text{İVOMS (\%)} = 14.88 + 0.889\text{GÜ} + 0.45\text{HP} + 0.0651\text{HK}$$

$$\text{ME (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136\text{GÜ} + 0.057\text{HP}$$

**GÜ:** 24 saatlik fermantasyon neticesinde meydana gelen gaz miktarı (ml).

**HP:** Ham Protein (% ,KM).

**HK:** Ham Kül (% , KM).

### **3.3.3. Rumen Sıvısında pH Değerinin Saptanması**

Çift katlı bezden szldkten sonra derhal Hanna marka pH metre ile sıcaklık değişmeden pH ölümleri yapılmıştır.

### **3.3.4. Rumen Sıvısında Amonyak Azotu Analizi**

Rumen sıvısında amonyak azotu analizi Markham (155) distilasyon metoduyla belirlenmiştir.

### **3.3.5. İstatistiksel Analiz**

Ulaşılan değerlerin istatistiksel analizi SPSS 10.01 programında (156) tek yönlü varyans (ANOVA) analizi ile yapıldı. Gruplar arasındaki farklılıkların nemi, Duncan oklu kıyaslama testiyle belirlendi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart hata olarak verildi.

## **4.BULGULAR**

Çalışmada kullanılan buğday samanına ait *in vitro* 24. saat gaz (CH<sub>4</sub>) oluşması, NH<sub>3</sub>-N, pH, metabolik enerji, İVOMS ve ham besin madde değerleri Tablo 5’de sunulmuştur. CH<sub>4</sub> gazı parametresi bakımından, kontrol (17.00 ml/g KM) ile karşılaştırıldığında en düşük metan oluşumu (14.64 ve 14.51 ml/g KM), KM’ye % 50 ve % 75 seviyesinde söğüt yaprağı eklenen gruplarda gözlenmiştir (P<0.05). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 24. saat pH değerleri KM’ye % 10, % 25, % 50 ve % 75 seviyelerinde söğüt ağacı yaprağı ilave edilen gruplarda düşük bulunmuştur (P<0.001). Amonyak azot değerlerinde kontrol grubu (19.11 mg/dl) ile karşılaştırıldığında ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak yükselme gözlemlenmiştir (P<0.01). IVOMS değerlerinde, kontrol grubu (45.93 % KM) ile karşılaştırıldığında ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak yükselme tespit edilmiştir (P<0.001). Ham protein düzeylerinde, kontrol grubu (3.59 % KM) ile karşılaştırıldığında ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak yükselme belirlenmiştir (P<0.001). ME düzeyleri bakımından, kontrol grubu (6.83 % KM) ile karşılaştırıldığında ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak yükselme tespit edilmiştir (P<0.001)

Ham kül düzeyleri bakımından, kontrol grubu (12.18 % KM) ile karşılaştırıldığında ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak azalmış olup en düşük değer (9.15 % KM) % 75 seviyesinde söğüt yaprağı eklenen uygulama grubunda gözlemlenmiştir (P<0.001). ADF düzeyleri bakımından kontrol grubu (48.33 % KM) ile karşılaştırıldığında ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak azalma gözlenmiş olup en düşük değer (33.05 % KM) % 75 seviyesinde söğüt yaprağı eklenen uygulama grubunda belirlenmiştir (P<0.001). NDF düzeyleri bakımından kontrol grubu (77.37 % KM) ile karşılaştırıldığında ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak azalma belirlenmiş olup en düşük değer (44.27 % KM) % 75 seviyesinde söğüt yaprağı eklenen uygulama grubunda gözlemlenmiştir (P<0.001).

**Tablo 5.**Buğday Samanına Farklı Oranlarda Söğüt Ağacı (*Salix Alba*) Yaprığı İlavésinin Ham Besin Madde (% KM) İçerikleri, *In Vitro* Gaz Oluşumu ve Amonyak Azotu Üzerine Etkisi.

Parametre	Kontrol	% 10 Söğüt	% 25 Söğüt	% 50 Söğüt	% 75 Söğüt	% 100 Söğüt	SEM	P

Gaz ml/g KM	155.29 <sup>c</sup>	161.10 <sup>dc</sup>	165.21 <sup>d</sup>	176.20 <sup>c</sup>	189.89 <sup>b</sup>	197.41 <sup>a</sup>	3.31	**
CH <sub>4</sub> %	17.00 <sup>a</sup>	16.76 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	14.64 <sup>b</sup>	14.51 <sup>b</sup>	14.11 <sup>b</sup>	0.31	*
NH <sub>3</sub> -N mg/dl	19.11 <sup>b</sup>	22.56 <sup>a</sup>	24.45 <sup>a</sup>	24.99 <sup>a</sup>	25.41 <sup>a</sup>	25.60 <sup>a</sup>	0.63	**
pH	7.03 <sup>a</sup>	6.98 <sup>c</sup>	7.00 <sup>b</sup>	6.99 <sup>bc</sup>	6.99 <sup>bc</sup>	6.97 <sup>c</sup>	0.01	***
KM %	95.85 <sup>a</sup>	95.75 <sup>b</sup>	95.61 <sup>c</sup>	95.36 <sup>d</sup>	95.12 <sup>e</sup>	94.87 <sup>f</sup>	0.07	***
IVOMS % KM	45.93 <sup>c</sup>	46.18 <sup>c</sup>	49.14 <sup>b</sup>	49.23 <sup>b</sup>	56.24 <sup>a</sup>	56.19 <sup>a</sup>	0.90	***
ME MJ/kg KM	6.83 <sup>d</sup>	6.92 <sup>d</sup>	7.33 <sup>c</sup>	7.50 <sup>c</sup>	8.74 <sup>b</sup>	8.95 <sup>a</sup>	0.18	***
HP % KM	3.59 <sup>f</sup>	4.78 <sup>e</sup>	6.57 <sup>d</sup>	9.54 <sup>c</sup>	12.2 <sup>b</sup>	15.49 <sup>a</sup>	0.88	***
ADF % KM	48.33 <sup>a</sup>	46.29 <sup>b</sup>	43.24 <sup>c</sup>	38.15 <sup>d</sup>	33.05 <sup>e</sup>	27.96 <sup>f</sup>	1.51	***
NDF % KM	77.37 <sup>a</sup>	72.96 <sup>b</sup>	66.34 <sup>c</sup>	55.31 <sup>d</sup>	44.27 <sup>e</sup>	33.24 <sup>f</sup>	3.27	***
HK % KM	12.18 <sup>a</sup>	11.88 <sup>b</sup>	11.42 <sup>c</sup>	10.67 <sup>d</sup>	9.91 <sup>e</sup>	9.15 <sup>f</sup>	0.23	***

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir, (-): P>0.05, (\*): P<0.05, (\*\*): P<0.01. (\*\*\*): P<0.001.

Araştırmada kullanılan yonca kuru otuna ait *in vitro* 24. saatte meydana gelen CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>-N, pH, İVOMS, ME, HP, HK, ADF ve NDF verileri Tablo 6’de verilmiştir. Metan hacmi parametresi açısından, kontrol (27.70 ml/g KM) ile karşılaştırıldığında CH<sub>4</sub> gazı söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak azalmıştır. En az CH<sub>4</sub> gaz oluşumu (15.49 ml/g KM), KM’ye % 75 seviyesinde söğüt yaprağı eklenen grupta elde edilmiştir (P<0.001). Kuru maddeye % 10, % 25, % 50 ve % 75 düzeyinde söğüt yaprağı eklenmesi 24. saat pH değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir (P<0.001). *In vitro* 24. saat NH<sub>3</sub>-N değerleri kontrol ile karşılaştırıldığında söğüt yaprağı seviyelerinin artışına bağlı olarak amonyak azot değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir (P<0.001). Genel olarak İVOMS ve ME düzeylerinin söğüt yaprağı düzeyinin artmasına bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir (P<0.001).

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında HK, ADF ve NDF değerleri kuru maddeye % 10, % 25, % 50 ve % 75 düzeyinde söğüt ağacı yaprağı ilave edilen gruplarda düşük bulunmuştur (P<0.001).

**Tablo 6.** Yonca Kuru Otuna Farklı Seviyelerde Söğüt Ağacı (*Salix Alba*) Yaprağı İlavesinin *In Vitro* Gaz Oluşumu ve Amonyak Azotu Üzerine Etkisi.

Parametre	Kontrol	%10 Söğüt	%25 Söğüt	%50 Söğüt	%75 Söğüt	%100 Söğüt	SEM	P
-----------	---------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	-----	---



Gaz ml/g KM	238.42 <sup>a</sup>	212.36 <sup>b</sup>	196.61 <sup>cd</sup>	190.24 <sup>d</sup>	202.11 <sup>c</sup>	189.89 <sup>d</sup>	3.67	***
CH <sub>4</sub> %	27.70 <sup>a</sup>	21.76 <sup>b</sup>	21.15 <sup>b</sup>	17.00 <sup>c</sup>	15.49 <sup>d</sup>	14.11 <sup>d</sup>	0.98	***
NH <sub>3</sub> -N mg/dl	35.21 <sup>a</sup>	32.70 <sup>a</sup>	32.74 <sup>a</sup>	27.06 <sup>b</sup>	27.95 <sup>b</sup>	22.56 <sup>c</sup>	0.98	***
pH	7.04 <sup>a</sup>	7.01 <sup>b</sup>	7.01 <sup>b</sup>	7.00 <sup>b</sup>	6.99 <sup>b</sup>	6.97 <sup>c</sup>	0.01	***
KM %	92.63 <sup>f</sup>	92.85 <sup>e</sup>	93.19 <sup>d</sup>	93.75 <sup>c</sup>	94.31 <sup>b</sup>	94.80 <sup>a</sup>	0.17	***
IVOMS % KM	63.84 <sup>a</sup>	59.09 <sup>b</sup>	56.57 <sup>cd</sup>	55.71 <sup>d</sup>	58.09 <sup>bc</sup>	56.19 <sup>d</sup>	0.61	***
ME MJ/kg KM	9.95 <sup>a</sup>	9.21 <sup>b</sup>	9.19 <sup>bc</sup>	8.95 <sup>bd</sup>	8.86 <sup>d</sup>	8.78 <sup>d</sup>	0.09	***
HP % KM	12.99 <sup>f</sup>	13.24 <sup>e</sup>	13.62 <sup>d</sup>	14.24 <sup>c</sup>	14.87 <sup>b</sup>	15.49 <sup>a</sup>	0.19	***
ADF % KM	34.74 <sup>a</sup>	34.06 <sup>b</sup>	33.05 <sup>c</sup>	31.35 <sup>d</sup>	29.66 <sup>e</sup>	27.96 <sup>f</sup>	0.50	***
NDF % KM	38.14 <sup>a</sup>	37.65 <sup>b</sup>	36.92 <sup>c</sup>	35.69 <sup>d</sup>	34.47 <sup>e</sup>	33.24 <sup>f</sup>	0.36	***
HK % KM	9.55 <sup>a</sup>	9.51 <sup>b</sup>	9.45 <sup>c</sup>	9.35 <sup>d</sup>	9.25 <sup>e</sup>	9.15 <sup>f</sup>	0.30	***

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımından önemlidir, (\*\*\*): P<0.001.

Çalışmada kullanılan mısır silajına ait *in vitro* 24. saatte meydana gelen CH<sub>4</sub>, OM sindirilebilirliği, NH<sub>3</sub>-N, pH, ME, HP, HK, ADF ve NDF verileri Tablo 7’de verilmiştir. Mısır silajı için farklı düzeylerde söğüt ağacı yaprağı eklemesi CH<sub>4</sub> gazı miktarı ve pH, NH<sub>3</sub>-N (amonyak azotu), İVOMS ve ME verilerinde istatistiksel değişiklikler oluşturmuştur (P<0.001). Metan gazı ilave edilen söğüt yaprağının seviyesine paralel olarak azalma görülmüştür. En düşük metan gazı oluşumu (16.69 ml/g KM), KM’ye % 75 seviyesinde söğüt yaprağı eklenen grupta elde edilmiştir (P<0.001). Söğüt yaprağı ilave edilen gruplarda pH değerlerinin istatistiksel olarak düştüğü tespit edilmiştir (P<0.001). En düşük NH<sub>3</sub>-N değeri kuru maddeye % 75 seviyesinde söğüt yaprağı kullanılan grupta belirlenmiştir. Söğüt yaprağı ilavesi İVOMS ve ME değerlerini önemli düzeyde düşürmüştür (P<0.001). En düşük İVOMS seviyesi % 25 ve % 75 düzeyinde söğüt ağacı yaprağı ilavesi yapılan gruplarda gözlemlenmiştir.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, kuru maddeye % 10, % 25, % 50 ve % 75 düzeyinde söğüt yaprağı ilave edilen gruplarda ADF ve NDF değerleri bakımından düşüş, HK değeri bakımından ise yükseliş tespit edilmiştir (P<0.001).

**Tablo 7.** Mısır Silajına Farklı Seviyelerde Söğüt Ağacı (*Salix Alba*) Yaprığı İlavesinin *In Vitro* Gaz Oluşumu ve Amonyak Azotu Üzerine Etkisi.

Parametre	Kontrol	%10	%25	%50	%75	%100	SEM	P
-----------	---------	-----	-----	-----	-----	------	-----	---

		Söğüt	Söğüt	Söğüt	Söğüt	Söğüt		
Gaz ml/g KM	248.92 <sup>a</sup>	238.35 <sup>b</sup>	210.90 <sup>c</sup>	211.64 <sup>c</sup>	200.05 <sup>d</sup>	189.89 <sup>e</sup>	4.40	***
CH <sub>4</sub> %	27.24 <sup>a</sup>	23.01 <sup>b</sup>	22.44 <sup>b</sup>	20.67 <sup>c</sup>	16.69 <sup>d</sup>	14.11 <sup>e</sup>	0.92	***
NH <sub>3</sub> -N mg/dl	30.44 <sup>a</sup>	28.72 <sup>a</sup>	28.09 <sup>a</sup>	27.17 <sup>a</sup>	26.47 <sup>a</sup>	22.56 <sup>b</sup>	0.69	***
pH	6.98 <sup>a</sup>	6.93 <sup>c</sup>	6.95 <sup>bc</sup>	6.98 <sup>a</sup>	6.96 <sup>ab</sup>	6.97 <sup>ab</sup>	0.01	***
KM %	92.90 <sup>f</sup>	93.01 <sup>e</sup>	93.39 <sup>d</sup>	93.89 <sup>c</sup>	94.38 <sup>b</sup>	94.87 <sup>a</sup>	0.08	***
IVOMS % KM	63.01 <sup>a</sup>	60.72 <sup>b</sup>	56.86 <sup>cd</sup>	58.01 <sup>c</sup>	56.98 <sup>cd</sup>	56.19 <sup>d</sup>	0.53	***
ME MJ/kg KM	9.57 <sup>a</sup>	9.19 <sup>b</sup>	8.67 <sup>d</sup>	8.95 <sup>c</sup>	8.91 <sup>c</sup>	8.95 <sup>c</sup>	0.06	***
HP % KM	6.69 <sup>f</sup>	7.57 <sup>e</sup>	8.89 <sup>d</sup>	11.09 <sup>c</sup>	13.29 <sup>b</sup>	15.49 <sup>a</sup>	0.65	***
ADF % KM	32.50 <sup>a</sup>	32.05 <sup>b</sup>	31.37 <sup>c</sup>	30.23 <sup>d</sup>	29.10 <sup>e</sup>	27.96 <sup>f</sup>	0.34	***
NDF % KM	57.61 <sup>a</sup>	55.17 <sup>b</sup>	51.52 <sup>c</sup>	43.43 <sup>d</sup>	39.33 <sup>e</sup>	33.24 <sup>f</sup>	1.81	***
HK % KM	6.90 <sup>f</sup>	7.13 <sup>e</sup>	7.46 <sup>d</sup>	8.03 <sup>c</sup>	8.59 <sup>b</sup>	9.15 <sup>a</sup>	0.17	***

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir, (\*\*\*) : P<0.001.

## 5. TARIŞMA

İnsektler, bakteriler ve parazitlere karşı kendilerini korumak amacıyla bitkiler, yapılarında ikincil bioaktif metabolitler sentezlerler. Mikroplar üzerinde öldürücü etkiye sahip

olan bu tür fitokimyasallar arasında flavanoidler, alkaloidler, karotenoidlerin, tanenler, fenolik bileşikler, eterik yağlar ve saponinler bulunur (157). Tanenler bilhassa meyveler toplanmadan önce meyvede oluşabilecek mikrobiyal enfeksiyonlara karşı doğal bir savunma mekanizması oluştururlar. Proantosiyanidinlerin (kimyasal yapılarından dolayı *kondanse tanenler* de denir) antimikrobiyel, antiviral ve antioksidan etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir (144). Tanenlerin mayalar, küfler, bazı virüsler ve bakteriler üzerinde ciddi seviyede antimikrobiyel etkileri bulunmaktadır. Tanenlerde antimikrobiyel etki şekli; mikroorganizmaların enzimler veya substratlarıyla farklı bileşikler teşkil ederek solunum sistemini ve hücre zarlarında toksik etkiyi artırarak tahribat oluştururlar buda bakteriler üzerinde bakterisid ve bakteriostatik etki oluşturmaktadır (145-147, 158). Bitkilerde bulunan fenolik bileşikler okside olur ve aminoasitlerle birleşerek çinko gibi bazı mineral maddelerin ve besin maddelerinin yararlanılabilirliğini azaltırlar. Meyve ve sebzelerde var olan fenolik bileşiklerin antioksidan tesirleri bilhassa redoks niteliklerinden ve iyi bir hidrojen vericisi olmalarından kaynaklanmaktadır (143, 144). Yapılmış *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda ismi bahsedilen metabolitleri yoğun olarak bulunduran bir takım bitki ekstraktlarının rumende amonyak, laktik asit ve metan oluşumunu düşürdüğü, asetatin propiyonata oranını düşürerek rumende bulunan UYA profilini hayvanın lehine dönüştürdüğünü ortaya konulmuştur (159, 160). Rumende, karbon içeren ve mikrobiyal fermantasyon sonucu şekillenen bütirik ve asetik asitin mikroorganizmalar tarafından üretimi sırasında, hidrojen meydana gelmektedir. Rumen içerisindeki bu hidrojen ise metanojenik mikroorganizmalarca CO<sub>2</sub> ile birleştirilerek metana (CH<sub>4</sub>) dönüştürülmektedir (9). Propiyonik asidin üretilmesi sırasında ise bütirik ve asetik asit üretilmesinden farklı olarak, ortamda bulunan hidrojen iyonları kullanılmaktadır (161, 162). Bu nedenle UYA profilinin propiyonik asit lehine dönüştürülmesi yemden alınan enerjinin ruminantlar tarafından daha faydalı kullanılmasını sağlamaktadır. Tanenler, pek çok bitkide ikincil bioaktif metabolit yapısındaki bileşiklerdir. Suda çözünebilen bileşiklerden olan tanenlerin molekül ağırlıkları 500 ile 20000 dalton aralarında değişmektedir. Polifenol yapısındaki bu bileşikler proteinlerle ve diğer makro moleküllerle beraber çaprazlama bağlar oluşturabilmektedir(138-140, 163). Kondanse tanenlerin rumende bulunan protozoalar üzerinde, dolaylı yollarla tesirde bulunarak metanın üretiminde olumsuz etkileri bulunmaktadır (164). Tanenler selülozu parçalayan mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı etki oluşturarak asetatin meydana gelişini düşürürler, böylelikle metan gazının oluşumu için gerekli olan hidrojen iyonları ile karbondioksitin üretimini sınırlamaktadırlar (165, 166).

Meşe palamutu, meşe yaprağı, akasya yaprağının tanen içeriklerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (128-130).

Yapılan bu çalışmada kullanılan söğüt yaprağındaki tanen içeriğinin 105 gr/kg KM olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmada kullanılan söğüt yaprağının içerdiği yüksek tanenden dolayı metan üretimini düşüreceği beklenmektedir. Çalışmada metan gazı üretimi buğday samanı, yonca kuru otu ve mısır silajına ilave edilen söğüt yaprağı düzeyine bağlı olarak 27.70 ile 14.51 ml/g KM arasında değişmiştir. Söğüt yaprağı düzeyine paralel olarak CH<sub>4</sub> gazının oluşumu önemli düzeyde azalmıştır (P<0.001). CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> gazları, rumende bulunan yemlerin fermantasyonu neticesinde oluşan hidrojen (H<sup>+</sup>) iyonu ve UYA'lerini kullanan metajenik mikroorganizmalar tarafından meydana getirilmektedir (90, 119). Metanojenik bakteriler ve rumende bulunan diğer bakteriler söğüt yaprağındaki tanenin antimikrobiyel özelliklerinden dolayı zarar görmekte ve böylelikle sayıca azalma göstermektedirler. Böylece rumen sıvısında CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> gazların meydana gelişi azalmaktadır (90). Ruminant beslemede CO<sub>2</sub> ile CH<sub>4</sub> gazlarının oluşumunun azaltılması hem küresel ısınma açısından ve hem de ruminant hayvanların yemlerle alabileceği enerji kaybın azalması açısından önem arz eden konuların başında bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda yemle alınan enerjinin % 2-12 dolaylarında CH<sub>4</sub> gazına dönüşerek enerji kaybının olduğu bildirilmektedir (89, 104). Ruminantlar tarafından meydana getirilen bu gazlar (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> vb) küresel ısınmaya neden olan gazlar arasında gösterilmektedir (90). Metanın küresel ısınmaya CO<sub>2</sub> gazına oranla 23 kat daha fazla sebep olması önem arz etmektedir (5, 164). Hayvancılık sektörünün CH<sub>4</sub> gazı salınımına katkısının yaklaşık % 37 olduğu, bununda yaklaşık % 18'nin geviş getiren hayvanlardan kaynaklandığı bildirilmektedir (167). Canbolat ve ark., (116) rumen içeriğine 800 mg /lt kekik yağı, Evans ve Martin (124) ise 400 µg /ml seviyesinde timol ilavesinin CH<sub>4</sub> gazı oluşumunu baskıladığını bildirmişlerdir. Agarwal ve ark., (121) nane yağının CH<sub>4</sub> gazı oluşumu üzerindeki etkisini belirlemek için 0.33, 1 ve 2 µl/ml nane yağının rumen sıvısına ilavesinin CH<sub>4</sub> gaz oluşumunu % 19.9, % 46.0 ve % 75.6 seviyelerinde düşürdüğünü (P<0.01) bildirmektedirler. Busquet ve ark., (119)'da rumen sıvısına sırasıyla; 0, 3, 30, 300 ve 3000 mg/lt düzeyinde kekik yağı ilavesinin, kekik yağı düzeyinin artması doğrultusunda CH<sub>4</sub> gaz oluşumunu düşürdüğünü saptamışlardır. Canbolat ve ark., (126) rumen içeriğine kekik yağı ile nane yağı eklemesinin CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> gazlarını ciddi seviyelerde azalttığını bildirmişlerdir. Macheboeuf ve ark., (122) rumen içeriğine 246 mg /lt tarçın yağı eklenmesinin CH<sub>4</sub> gaz üretimini % 13 seviyesinde azalttığını bildirmektedirler. Chaves ve

ark., (168)'da rumen içeriğine 400 ile 500 mg/lt düzeyinde karanfil yağı ilave etmişler ve bu düzeyde ilave edilen karanfil yağın CH<sub>4</sub> gaz oluşumunu ciddi seviyede düşürdüğünü (% 30 ile % 35) belirlemişlerdir. Bu çalışmada daha önce yapılmış çalışmalar gibi metan gazı oluşumunu düşdüğü gözlenmiş olup bunun temel sebebinin rumende bulunan metanojenik bakterilerin baskılanarak metan gazı üretiminin azaldığı düşünülmektedir. Bu çalışmada saptanan CH<sub>4</sub> gaz oluşumu, Moss (169) ve Eun ve ark., (170)'nın koyunlarda saptadığı CH<sub>4</sub> üretiminden düşük bulunmuştur.

Buğday samanı, yonca kuru otu ve mısır silajına ilave edilen söğüt yaprağının İVOMS üzerine olan etkisi bu çalışmada saptanmış olup değerler % 45.93 ile % 63.01 arasında değişmiştir. Buğday samanı, yonca kuru otu ve mısır silajına ilave edilen söğüt ağacı yapraklarının İVOMS üzerine olan etkileri ile ilgili sonuçlara bakıldığında, İVOMS değerlerinin buğday samanında önemli derecede artış gösterdiği (P<0.001), yonca kuru otu ve mısır silajında ise azaldığı tespit edilmiştir (P<0.001). Sonuçlar buğday samanına ilave edilen söğüt yaprağının, ME seviyesine etkisi bakımından değerlendirildiğinde ME değerinin arttığı, ancak yonca kuru otu ve mısır silajının ise ME değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir (P<0.001). Saman, yonca kuru otu ve mısır silajının ME içeriği söğüt ağacı yaprakların düzeyine bağlı olarak 6.83 ile 9.95 MJ/kg kuru madde aralarında değişiklik göstermiştir. Söğüt ağacı yaprakları, yonca kuru otu ve mısır silajının ME enerji düzeyini olumsuz etkilerken, samanın ME enerji düzeyini olumlu etkilemiştir.

Yonca kuru otu, mısır silajı ve buğday samanına ilave edilen söğüt yapraklarının bu yem hammaddelerinin kuru madde, ham protein miktarını belirgin bir şekilde artırdığı belirlenmiştir (P<0.001). Bu artışın sebebi olarak söğüt yaprağının HP oranının yonca kuru otu, mısır silajı ve buğday samanından yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmada, söğüt ağacı yapraklarının invitro gaz üretim miktarını samanda belirgin bir şekilde artırırken, yonca kuru otu ve mısır silajında azalttığı gözlenmiştir (P<0.001). Söğüt ağacı yapraklarının, yonca kuru otu ve mısır silajında invitro gaz üretimini azaltmasını, tanenlerin ve aktif bileşenlerinin antimikrobiyel etkisi nedeni ile (90, 111, 124, 171), rumen mikroorganizmalarının miktarında ve aktivitelerinde sınırlamaya (90, 126, 172) ve bakteriler üzerinde antimikrobiyel etkide bulunmasına bağlanılabilir. Yapılmış birçok araştırmada da (121, 126, 171, 173) esansiyel yağların (portakal, kekik, timol, nane) invitro gaz üretimini düşürdüğü bildirilmektedir.

Rumen sıvısının pH seviyesi ise kaba yemin cinsine göre 6.93 ile 7.04 aralarında değişiklik göstermiş olup, seviyeler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P < 0.001$ ). En yüksek pH söğüt ağacı yaprakları bulundurmeyen kontrol gruplarında saptanmıştır. Söğüt yapraklarının seviyelerine göre pH'deki düşüş, rumende alkali ortamın kaynağını meydana getiren protein yıkılımının az olması ile açıklanabilir. Çalışmada belirlenen pH değişik esansiyel yağlarla çalışan Calsamiglia ve ark., (111), Busquet ve ark., (15) ile Canbolat ve ark., (116)'nın bulgularıyla benzer bulunmuştur. Aynı bulgular portakal yağı, nane yağı ve kekik yağıyla çalışmalar yapan Canbolat ve ark., (126)'nın bildirdikleri sonuçlar ile de uyum içinde bulunmaktadır.

Rumen içeriği  $\text{NH}_3\text{-N}$  miktarı söğüt yaprağı düzeyine paralel olarak 19.11-35.21 mg /dl aralarında değişmiştir. En yüksek  $\text{NH}_3\text{-N}$  söğüt yaprağı içermeyen yonca ve mısır silajı gruplarında, en düşük ise  $\text{NH}_3\text{-N}$  19.11 mg/dl ile söğüt yaprağı bulunmayan buğday samanı grubunda saptanmıştır. Rumen içeriği  $\text{NH}_3$  seviyesindeki düşme öncelikle rumende bulunan mikroorganizmalarının etkinliğinin düşmesiyle tanenlerin aminoasitlerin deaminasyonunu önlemesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (90, 174). Yapılmış bir araştırmada (175) birçok bitkilerde var olan tanenlerin doğru dozda kullandığında rumen içerisinde parçalanmış proteinlerin miktarını düşürerek ince bağırsağa geçen protein miktarlarını yükselttiği bildirilmiştir. Ruminantlarda  $\text{NH}_3\text{-N}$  şeklinde azot kaybının önlenmesinin, verim kayıplarını ve atmosfere  $\text{CH}_4$  ile  $\text{NH}_3\text{-N}$  gazlarının salınımlarını düşürerek çevre kirliliğini önleyebileceği de bildirilmektedirler (90, 111, 176). Wallace ve ark., (114), rumen içerisinde  $\text{NH}_3$  üretiminin düşmesinin beslenme bakımından faydalı olduğunu bildirmektedir. Busquet ve ark., (119)'da rumen içeriğine rumen sıvısına sırasıyla; 0, 3, 30, 300 ve 3000 mg/lt düzeyinde kekik yağı ilavesinin  $\text{NH}_3$  düzeyini % 30 - 50 aralarında düşürdüğünü bildirmektedir. Her iki araştırmacı da, esansiyel yağ dozunun artmasına göre  $\text{NH}_3$  azotu üretiminin düştüğünü bildirmektedirler. Nane yağıyla çalışan Agarwal ve ark., (121)'da rumen içeriğine eklenen nane yağının amonyak seviyesini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Canbolat ve ark., (126)'ı rumen içeriğine 400 mg/lt kekik yağı, portakal yağı ve nane yağı ilave edilmesinin  $\text{NH}_3$  azotunu kontrol grubuna göre ciddi düzeyde düşürdüğünü saptamışlardır. Çalışmada ortaya çıkan sonuçlar yukarıdaki çalışmalarla desteklenmektedirler. Bir başka çalışmada Hristov ve ark., (177) kısa süre zarfında *in vitro* inkübasyon denemelerinde, adaçayı ve biberiye eterik yağlarından 10 ve 100 mg/l dozlarının ruminal  $\text{NH}_3\text{-N}$  konsantrasyonuna istatistikî etkilerinin bulunmadığını bildirmektedirler. Araştırmada saptanan  $\text{NH}_3$  düzeyleri, kekik yağının farklı dozları (0, 3, 30,

300 ve 3000 mg/lt rumen sıvısı) ile çalışan Busquet ve ark., (15)'nin bulgularından yüksek, timolun farklı dozları (0, 5, 50, 500 ve 5000 mg/lt rumen sıvısı) ile çalışan Castillejos ve ark., (178)'nin bulgularıyla benzer bulunmuştur.



## **6.SONUÇ**

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, bütünüyle değerlendirildiğinde bütün yem maddeleri için söğüt yaprağı seviyesindeki artışa göre bazı parametrelerde ( $CH_4$ ,  $NH_3-N$ , ME

ve İVOMS) azalmaların ( $P < 0.05$ ) olduğu görülmüştür. Fakat buğday samanı için rumen içeriği  $\text{NH}_3\text{-N}$ , İVOMS ve ME değerlerinin söğüt yaprağı seviyesine paralel olarak arttığı görülmektedir ( $P < 0.001$ ). Metan gaz oluşumunu düşürmek amacıyla okaliptus yaprakları kullanılarak etkilerinin incelendiği çalışmalar (179, 180, 181, 182, 183, 184, 185) bulunmaktadır. Bu araştırmada, yem maddelerine eklenen söğüt yaprağı seviyesindeki artışa göre rumen içeriği  $\text{NH}_3\text{-N}$  ve *in vitro* OM (organik madde) sindirim değerlerinin genellikle düşük bulunmaları kullanılan söğüt yaprağında var olan kondanse tanen içeriğinin fazlaca olmasına bağlanabilir. Benzer bir biçimde Manh ve ark., (182) pirinç samanına KM esasına göre % 1 - 6 seviyesinde okaliptus yaprağı eklemişler ve KM'ye % 2'den fazla seviyede okaliptus yaprağı eklemesinin *in vitro* OM sindirim değerleri ile *in vitro* metan gaz oluşumunu azalttığını bildirmektedirler. Yine Manh ve ark., (183) holstein sığırların rasyonlarına günlük 100 ve 200 gr öğütülmüş okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) yaprağı eklemişler ve rumen içeriği  $\text{NH}_3\text{-N}$  ve  $\text{CH}_4$  değerlerini kontrole göre istatistiksel olarak azalttığını bildirmektedirler. Aynı araştırmada 200 gr öğütülmüş okaliptus yaprağı eklenmesinin rumen içeriğindeki toplam bakteri, protozoa, selülotik ve proteolitik bakteri seviyelerini de düşürdüğü bildirmektedir. Başka bir *in vivo* araştırmada hayvan başına günlük 40 ve 80 gr öğütülmüş okaliptus yaprağı eklenmesinin rumen içeriği  $\text{NH}_3\text{-N}$  değerlerini değiştirmedeği, fakat 120 gr okaliptus yaprağı eklenmesinin  $\text{NH}_3\text{-N}$  değerlerini istatistiksel olarak azalttığını bildirilmektedir (185). Goel ve ark., (179), okaliptus ve mehndi (*Lawsonia inermis*) yapraklarının harmanlanmasından (1:1) elde ettikleri oluşumdan % 10 seviyesinde buğday samanına eklenerek uyguladıkları *in vitro* gaz üretim tekniğinde metan oluşumu ile rumen içeriği  $\text{NH}_3\text{-N}$  değerlerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Kumar ve ark., (184) düşük (% 40 buğday samanı), orta (% 50 buğday samanı) ve yüksek seviyede (% 60 buğday samanı) selüloz bulunduran rasyonlara % 2 seviyesinde okaliptus (*Eucalyptus globules*) yaprağı ekleyerek *in vitro* araştırma yapmışlardır. Düşük seviyede selüloz bulunduran rasyonda  $\text{CH}_4$  değerinin arttığı, orta ve yüksek seviyede selüloz bulunduran rasyonlarda ise bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmada benzer olarak orta ve yüksek seviyede selüloz bulunduran yemlere okaliptus (*Eucalyptus globules*) yaprağı eklenmesinin rumen içeriği protozoa değerinin azalttığı saptanmıştır.

Bu araştırmadan ortaya çıkan sonuçlara göre söğüt yaprağının ruminal fermentasyonun bazı parametreleri üstünde olumlu tesirleri bulunduğu görülmüştür. Dolayısıyla söğüt yaprağının ruminantların rasyonlarına ilave edilmesinin yine benzer etkiler



oluşturması halinde hayvanların verimliliklerinde pozitif değişiklikler oluşturabilir. Ruminant beslemede küresel ısınmaya sebep olan gazlarının azaltılması hem küresel ısınma açısından ve hem de ruminant hayvanların yemlerle alabileceği enerji kaybının azalması açısında önem arz eden konuların başında bulunmaktadır. Bu nedenle sebep oldukları sera gazı oluşumunun düşürülmesi bakımından söğüt ağacı yapraklarının ruminant rasyonlarında kullanılması önemli bir kaynak olabilir. Fakat rasyonlara eklenecek söğüt yaprağının hayvansal üretim ve yem tüketimi üzerine etkisinin bütünüyle ortaya konabilmesi bakımından *in vivo* alışmalara ihtiyaç bulunduğu sonucuna varılmıştır.



## **7. KAYNAKLAR**

1. Dominguez Bello M. G., Escobar A. Rumen Manipulation for the Improved Utilization of Tropical Forages. Anim. Feed Sci. And Techn. 1997; 69:91-102.

2. Tosun Ö., Hatırlı S.A. Tüketicilerin Kırmızı Et Satın Alım Yerleri Tercihlerinin Analizi: Antalya İli Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2006; 14(2): 433-445.
3. Sarıözkan S., Cevger Y., Demir P., Aral Y. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Öğrencilerinin Hayvansal Ürün Tüketim Yapısı ve Alışkanlıkları. Sağlık Bilimleri Dergisi, 2007; 16(3): 171-179
4. FAPRI. World Livestock: FAPRI-ISU 2011 Agricultural Outlook, [http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/6\\_livestock.pdf](http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/6_livestock.pdf) (01.05.2016)
5. Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., De Haan D. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options, FAO, Rome, Italy 2006.
6. Kuenzle C.C., Jenny E. Biochemistry of microbial forestomach digestion in ruminants. Schweiz Arch Tierheilkd. 1979; 121(10): 503-519
7. Öztürk H. Küresel ısınmada ruminantların rolü. Veteriner Hekimler Derneği Derg. 2007; 78:1 17-22.
8. Ögün S. Ruminant Besleme Ders Notları (Basılmamış). Tekirdağ 1995.
9. Thornton J.H., Owens F.N. Monensin supplementation and in vitro methane production by steers. Journal of Animal Science 52, 1981; 628-634.
10. Houghton JT, Callander BA, Varney SK. Climate Change, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment, NY, USA: Cambridge University Press, 1992.
11. Atalık A. Küresel ısınma, su kaynakları ve tarım üzerine etkileri 2005. [http://www.zmo.org.tr/odamiz/kuresel\\_isinma.pdf](http://www.zmo.org.tr/odamiz/kuresel_isinma.pdf) (Erişim tarihi: 02.04.2007)
12. Gill M., Smith P. Wilkinson J.M. Mitigating climate change: the role of domestic livestock. Animal 4: 2010; 323-333.
13. Jarvis S.C., Lovell R.D. and Panayides R. Patterns of methane emissions from excreta of grazing animals, Soil Biol.Biochem. 1995; 27 (12), 1581-1588
14. Johnson D.E., Hill T.M. and Ward G.M. Methane emissions from cattle; global warming and management issues, In: Proc. Minnesota Nutr.Conf., Minnesota Ext.Serv., Univ. Minnesota, St.Paul 1992.
15. Busquet M., Calsamiglia S., Ferret A., Kamel C. Screening for the effects of natural plant extracts and secondary plant metabolites on rumen microbial fermentation in continuous culture. Anim. Feed Sci. Technol., 2005;123-124, 597-613.
16. Kadioğlu M. Bildiğiniz Havaaların Sonu Küresel İklim Değişimi ve Türkiye. Güncel Yayıncılık, İstanbul 2001.
17. Akın G. Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 2006; 46 (2):29-43.
18. Çepel N. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK Yayınları, Ankara 2003.
19. Vatan. "Korkmaya Başlayın!", 09.01.2007, (Çevrimiçi), <http://www.gazetevatan.com/korkmaya-baslayin--102094-gundem>. (01.05.2016).
20. Türkeş M., Sümer U. M. ve Çetiner G. 'İklim değişikliğinin bilimsel değerlendirilmesi', Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (7 Nisan 1999, Ankara), Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 52-66, Ankara 1999.
21. CNN Türk., "Bilim Teknoloji / Küresel Isınma: Mevsimler Yer mi Değiştiriyor?", 29 Ocak 2007, (Çevrimiçi), <http://www.cnnturk.com/2007/bilim.teknoloji/kuresel.isinma/01/29/mevsimler.yer.mi.degistiriyor/293436.0/index.html>, (01.05.2016).

22. Sandal A. “Küresel Isınma -Biyolojik Çeşitlilik İlişkisi ve Türkiye Yansımaları”. Prof. Dr. M. Doğan, “Küresel Çevre Sorunları ve Stratejisi.” Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını. Çevre ve İnsan. Sayı: 69-2007/2
23. Öztürk K. “Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri”, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2002; Cilt: 22, Sayı: 1, ss. 47-65.
24. Türkeş M. “Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler”, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007(11-13 Nisan 2007), İTÜ, İstanbul, ss. 38-53.
25. Türkeş M. Sümer U.M., ve Çetiner G. “Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri”, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları(13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), ÇKÖK Gn. Md., Ankara 2000, ss. 7-24.
26. IPCC. Fourth Assessment Report. Climate Change: Synthesis Report. Summary for Policymakers, 2007; pp. 2-5.
27. Çağlar Ü., Meçik O., Carkanat S., Karataş G., Onan M. T. Küresel Isınmanın Ekonomik, Politik ve Sosyal Etkileri. XI. Uluslararası İktisat öğrencileri Kongresi(8-9 Mayıs 2008), Ege Üniversitesi İİBF, İzmir 2008.
28. Türe E. “Küresel Isınma ve Temiz Enerjiler”. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu 19-21 Mart Haliç Üniversitesi. İstanbul 2003.
29. Gültekin M.L., ve Kadioğlu M. İklim değişiminin yapıların Isıtma İhtiyacı ve Yakıt Tüketimine Etkisi, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu(16-18 Ekim 2002), İstanbul 2002, s. 309-318.
30. İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi, Koordine Eden: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara 2007.
31. Çavdar S. “İklim Değişikliği”, (Çevrimiçi), <http://www2.gantep.edu.tr/~ma28113/iklimdegisik.htm>, (06.02.2007).
32. Sirohi S., Michaelowa A. CDM Potential of Dairy Sector in India 2004. [www.hm-treasury.gov.uk/media/014/86/273.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/media/014/86/273.pdf) Erişim Tarihi: 30.03.2007.
33. Bozoğlu B., Keskin B. ve Çavdar S. “Küresel Isınma”. 6. Çevre Sorunları Öğrenci Yaklaşımları Sempozyumu(Nisan 2003). Mersin 2003.
34. Keskin B. “Küresel Isınmanın Tanımı ve Sebepleri”, 2007 (Çevrimiçi), [http://www.cevre.metu.edu.tr/Yazilar/son\\_kuresel%20isinma.doc](http://www.cevre.metu.edu.tr/Yazilar/son_kuresel%20isinma.doc), 02.06.2007.
35. Çepel N. ve Ergün C. “Temel Çevre Sorunları”, [ww.tema.org.tr/sayfalar/cevrekutuphanesi/pdf/kureselisinma/kureselisinmapdf.](http://ww.tema.org.tr/sayfalar/cevrekutuphanesi/pdf/kureselisinma/kureselisinmapdf.pdf), 30.07.2010
36. Clarke J. Potential management practices and technologies to reduce nitrous oxide, methane and carbon dioxide emissions from New Zealand agriculture 2001. <http://www.maf.govt.nz/mafnet/rural-nz/sustainable-resource-use/climate/green-house-gas-migration/ghg-mitigation.pdf>
37. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistiksel Tablolar, Hava istatistikleri, Seragazi emisyonları, Seragazi Emisyon Envanteri, 2014 [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1019](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019) Erişim:02.05.2016
38. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu, Seragazi Emisyon Envanteri, 2014 <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21582> Erişim:08.05.2016
39. Watson R.T., Meira Filho L.G., Sanhueza E., Janetos T. Sources and Sinks. in: Houghton J.T., Callander, B.A., Varney S.K. (Eds.), Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge 1992; 25–46.

40. Bauher S. Development of environmental impact assessment tools for livestock production systems. Vol. 1 :Research Report, Giessen, Germany 1994; pp.4-16.
41. Bolle H.J., Seiler W., Bolin, B. Other green house gases and aerosols. Trace gases in the atmospheres, In: Bolin B., Doos, B.O.R., Jager, J., Warrick R.A. (Eds). 1986
42. Anonim. Emissions from animal feeding operations, U.S. Environmental Protection Agency, Triangle Park NC 27711. 2001.
43. HSUS. HSUS Fact Sheet: Animal Agriculture and Climate Change 2008. [http://www.hsus.org/farm/resources/research/enviro/fact\\_sheet\\_climate\\_change.html](http://www.hsus.org/farm/resources/research/enviro/fact_sheet_climate_change.html)
44. Clarke J. Climate change pushes diseases north: expert. Reuters, March 9. [www.reuters.com/article/healthNews/idUSL0920787420070309?sp=true](http://www.reuters.com/article/healthNews/idUSL0920787420070309?sp=true). Accessed April 23, 2008.
45. Gworgwor Z. A., Mbahi T. F. and Yakubu B. Environmental Implications of Methane Production by Ruminants: A Review. Journal of Sustainable Development in Agriculture and Environment Vol. 2(1) 2006; ISSN 0794-8867
46. O'Mara F. Greenhouse gas production from dairying: reducing methane production. Advances in Dairy Technology 2004; 16:295-309.
47. Bolaji B.O., Huan Z. "Ozone Depletion and Global Warming: Case for the Use of Natural Refrigerant a Review," Renewable and Sustainable Energy Reviews, 18, 2013; p. 49-54
48. Çengel Y.A., Boles M. A. Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, ( T. Derbentli, Çev.), İstanbul :Literatür Yayıncılık 1996 (Orijinal çalışma basım tarihi: 1994).
49. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. "Sera Etkisi ve Küresel Isınma", (Çevrimiçi), <http://www.cevreorman.gov.tr/SeraEtkisi.html>, (06.02.2007).
50. Montreal Protokolü Kapsamında Yürütülen Çalışmalar, <http://www.otoklima.net/index.php?pid=155>, son erişim tarihi: 14 Nisan 2013
51. Stoecker W.F. Industrial Refrigeration Handbook, McGraw-Hill. 1998.
52. Ersoy D., Sanver S. "Ozon Tabakasının Yırılması ve Dünya İçin Önemi," Ekoloji, Ocak-Şubat- Mart, 1994; sayı 10, s.4-8.
53. Güçlü S., Berrin. "Kyoto Protokolü ve Türkiye'nin Protokol Karşısındaki Durumu". Metalurji Dergisi. 2006; 142.
54. Appenzerler T., Dimick R. Dennis. "Dünya Alarm Veriyor." National Geographic. Eylül 2004.
55. Moss A.R., Jounany J.P. and Neebold J. Methane Production by ruminants: Its Contribution to Global warming. Ann. Zootech. 2000; 49:231-253
56. Samur H. "Küresel İklim Değişikliği: Fırsatlar ve Riskler", 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK, İTÜ, İstanbul 2007.
57. Erdoğan Z., Zeydan Ö., Sert H. İklim Değişikliği ve Sağlık Üzerine Etkileri, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK, İTÜ, İstanbul 2007.
58. IPCC. Climate Change 1995, Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Watson R, T., et al., eds., WMO/UNEP. Cambridge University Press, New York 1996.
59. Chase L. E., Sniffen C. J. Feeding and managing dairy cows during hot weather. Feeding and Nutrition 1988. [http://www.inform.umd.edu/Edres/Topic/Agric\\_Eng](http://www.inform.umd.edu/Edres/Topic/Agric_Eng).
60. Beede D. K. ve Collier R. J. Potential Nutritional Strategies for intensively managed cattle during thermal stress. Journal of Dairy Science. 1985; 62:543-554.

61. Alnaimy A. M., Habeeb I., Fayaz I., Marai M., Kamal T.H. Heat Stress, Farm Animals and the Environment, Clive Philips and David Piggins (Ed). CAB International, Cambridge, England 1992.
62. Bucklin R.A., Turner L.W., Beede D.K., Bray D.R., Hemken R.W. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. Dairy Science Abstracts 1991 Vol. 53 No. 9.
63. Göncü S., Özkütük K. Shower Effect at Summer Time on Fattening Performances of Black and White Bullocks. J. Appl. Anim. Res. (23) 2003; 123-127.
64. Davis S., Mader T., Cerconey W. Managing heat stress in feedlot cattle using sprinklers. Beef cattle report, 2001. [www.Liru.asft.ttu.edu/pdf/mp76pg77-81.pdf](http://www.Liru.asft.ttu.edu/pdf/mp76pg77-81.pdf)
65. Davis S., Mader T., Holt S., Cerconey W.,. Effects of feeding regimen on performance, behaviour and body temperature of feedlot steers. Beef cattle report 2001. [www.Liru.asft.ttu.edu/pdf/mp76pg69-73.pdf](http://www.Liru.asft.ttu.edu/pdf/mp76pg69-73.pdf).
66. Harner J.P., Smith J., Brook M., Murphy J.P. Sprinkler systems for cooling dairy cows at a feed line. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension service 1999. [www.oznet.ksu.edu](http://www.oznet.ksu.edu)
67. Silanikove N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock Production Science (67) 2000; 1-18.
68. Linn J.G. Nutritional management of lactating dairy cows during periods of heat stress 1997. [www.animal.agri.umn.edu/diary](http://www.animal.agri.umn.edu/diary)
69. Klinedinst P.L., Wilhite D.A., Hahn G.L., & Hubbard, K.G.,. The Potential Effects of Climate Change on Summer Season Dairy Cattle Milk Production and Reproduction. Climatic Change, 1993; 23, 21–36.
70. Hahn G.L., Klinedinst P.L., & Wilhite D.A. Climate Change Impacts on Livestock Production and Management. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, USA, 1992; 16 pp.
71. Sutherst R.W. The Potential Advance of Pest In Natural Ecosystems Under Climate Change: Implications for Planning and Management. In ‘Impacts of Climate Change on Ecosystems and Species: Terrestrial Ecosystems’. (Eds. J. Pernetta, C. Leemans, D. Elder, S. Humphrey) IUCN, Gland, Switzerland, 1995; pp83-98.
72. Forster P. Forster P, Ramaswamy V, Artaxo P, Berntsen T, Betts R, Fahey DW, Haywood J, Lean J, Lowe DC, Myhre G, Nganga J, Prinn R, Raga G, Schulz M, Van Dorland, R. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL. Eds. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report of the intergovernmental panel on climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2007.
73. U.S. EPA. EPA’s 2008 Report on the Environment A Key Resource for the American People on the Environment. <http://yosemite.epa.gov/OPA/ADMPRESS.NSF/d0cf6618525a9efb85257359003fb69d/b8c7ff3fce08121d8525744f005481ad!OpenDocument>
74. Jensen B. B. Methanogenesis in Monogastric Animals. Journal of Environmental Monitoring. Assess. 1996; 42:99–112.
75. Görgülü M. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Sindirim sistemi ve Beslenme, Adana 2004.
76. Patterson J.A. “Rumen Microbiology”. Editor-in-Chief Lederberg, J. Encyclopedia of Microbiology. Academic press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. New York. 1992; Volume 3, 623-542.

77. Aksoy A., Macit M., Karaoğlu M. Hayvan Besleme. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayınları. Ders notu no:220. Erzurum 2000.
78. Russell J.B. J.B. Russell, J.L. Rychlik, "Factors That Alter Rumen Microbial Ecology" 2001. <http://www.distillersgrains.com/pdf/Russell-FactorsThatAlterRumen.pdf>(2001)
79. Lopez S., Hovell F. D. D., Dijkstra J., France J. Effects of Volatile Fatty Acid Supply on Their Absorption on Water Kinetics in the Rumen of Sheep Sustained by Intra-gastric Infusions. *J. Anim. Sci.* 2003; 81:2609-2616.
80. Yavuz M. Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde temel prensipler ve karma yem üretiminde bazı bilimsel yaklaşımlar. İstanbul 2001.
81. Kamra D.N. Rumen microbial ecosystem. *Currwnt Science*, 2005; (89): 124-135.
82. Mitsumori M., Sun W. Control of Rumen Microbial Fermentation for Mitigating Methane Emissions from the Rumen. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 2008; 21:1 144-154.
83. Asanuma N., Iwamoto M., Hino T. Effect of the addition of fumarate on methane production by ruminal microorganisms in vitro. *J Dairy Sci.*, 1999; 82: 780-787.
84. Hungate R.E., Smith W., Bauchop T., Yu I., Rabinowitz J.C. Formate as an intermediate in the bovine rumen fermentation. *J. Bacteriol.*, 1970; 102:389-397
85. Kurihara M., Magner T., Hunter R. A., McCrabb G. J. Methane Production and Energy Partition of Cattle in the Tropics. *Brit. J.Nutr.* 1999; 81:227-234.
86. Orskov E. R., Flatt W. P., Moe P. W.. Fermentation Balance Approach to Estimate Extent of Fermentation and Efficiency of Volatile Fatty Acid Formation in Ruminants. *J. Dairy Sci.* 1968; 51:1429-1435.
87. Görgülü M., Darcan N.K., Karakök S.G. Hayvancılık ve Küresel Isınma. In: V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (Uluslararası katılımlı); Tekirdağ, Türkiye 2009. pp: 15-25.
88. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations.2008. FAO Statistical Database, FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. Accessed April 23, 2008
89. Johnson K.A., Johnson D. E. Methane emissions from cattle. *J. Animal Sci.*, 1995;73: 2483–2492.
90. Benchaar C., Greathead H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2011; 166– 167, 338– 355.
91. Hindrichsen I.K., Wettstein H.R., Machmüller A., Soliva C.R., Bach Knudsen K.E., Madsen J. and Kreuzer M. Effects of Feed Carbohydrates with Contrasting Properties on Rumen Fermentation and Methane Release in Vitro. *Canadian Journal of Animal Science*, 2004; 84: 265–276..
92. Hassanat F., Benchaar C. Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. *J Sci. Food Agric.* 2013; 93: 332-339.
93. Lana R.P., Russell, J.B. and Van Amburgh M.E. The role of pH in regulating methane and ammonia production, *J. Anim. Sci.* 1998; 76: 2190–2196
94. Hess B.W., Moss G.E. and Rule D. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 2008; 86: 188-204.
95. Dohme F., Machmüller A., Wasserfallen A. and Kreuzer M. Comparative Efficiency of Various Fats Rich in Medium-chain Fatty Acids to Suppress Ruminal Methanogenesis As Measured with RUSITEC. *Canadian Journal of Animal Science*, 2000; 80: 473–782.
96. Jouny J.P. Manipulation of microbial activity in the rumen. *Arch. Anim. Nytr.*, Berlin, 1994; 46. 133-53.

97. Blaxter K. L. The Energy Metabolism of Ruminants. Hutchinson, London. 1967; p. 110-112.
98. DeRamus H. A., Clement T. C., Giampola D. D. and Dickison P. C. Methane Emissions of Beef Cattle on Forages: Efficiency of Grazing Management Systems. *Journal of Environmental Quality*, 2003; 32: 269– 277.
99. Tedeschi L.O., Danny G.F., Tylutki T.P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *J. Environ. Qual.* 2003; 32: 1591-1602
100. OJEU. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and the Council of 22 September 2003 on Additives for Use in Animal Nutrition. Official Journal of European Union. Page L268/36 in OJEU of 10/18/2003
101. Fuller R. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology* 1989; 66, 365-378
102. Newbold C.J., Probiotics – a new generation of rumen modifiers? *Med. Fac. Landbouww University of Ghent* 57/4b(1925–1933), 1992.
103. Öztürk H., Ruminant Beslenmesinde Probiyotik Mayalar, *Veteriner Hekim Derneği Dergisi*, 79 (3): 37-42, 2008
104. Boadi D., Benchaar C., Chiquette J., Massé D. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Canadian Journal of Animal Science*. 2004; 84:319-335.
105. Mutsvangwa T., Edwards I.E., Topps J.H., Paterson G.F.M. The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Anim. Prod. Sci.* 1992; 55:35-40.
106. Grainger C., Beauchemin K.A. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production. *Animal Feed Science and Technology*. 2011; 166: 308-320.
107. Mohammed N. Lila Z.A., Ajisaka N., Hara K., Mikuni K., Hara K., Kanda S. and Itabashi H., Inhibition of ruminal microbial methane production by beta-cyclodextrin iodopropane, malate and their combination in vitro. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2004; 88(5–6):188–195
108. Immig I. The rumen and hindgut as source of ruminant methanogenesis. *Environmental Monitoring and Assessment* 1996; 42: 57–72
109. Yesilbag D. Fitobiyotikler. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 2007; 26 (1-2): 33-39.
110. Doreau M., Martin C., Morgavi D.P., Eugene M. Reducing methane emission in ruminants: is it an achievable goal?. In: Ranilla MJ (ed), Carro MD (ed), Ben Salem H (ed), Morand-Fehr P (ed). *Challenging strategies to promote the sheep and goat sector in the current global context*. Zaragoza, Spain, Universidad de Leon, CIHEAM, CSIC, 2011; pp. 65-73.
111. Calsamiglia S., Busquet M., Cardozo P.W., Castillejos L., Ferret A. Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.*, 2007;90, 2580–2595.
112. Ouattara B., R. E. Simard R. A. Holley G. J.-P. Piette and A. Begin. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *Int. J. Food Microbiol.*, 1997;37: 155–162.
113. Tekeli A., Çelik L., Kutlu H.R., Plant extract; A new rumen moderator in ruminant diets. *J. of Tekirdag Agric. Faculty.*, 2007; 4(1): 71-79.
114. Wallace R.J., McEwan N.R., McIntosh M., Teferedegne B., Newbold C.J. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 2002; 15(10): 1458-1468.

115. Klevenhusen F., Zeitz J.O., Duval S., Kreuzer M. and Soliva C.R., Garlic oil and its principal component diallyl disulfide fail to mitigate methane, but improve digestibility in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2011; 166-167. p. 356-363.
116. Canbolat Ö., Karaman Ş., Filya İ., Farklı Kekik Yağı Dozlarının Yemlerin Sindirimi ve Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkileri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, 2010;16(6): 933-939.
117. Helander I. M., Alakomi H-L., Latva-Kala K., Mattila-Sandholm T., Pol I., Smid E.J., Gorris L. G. M., Von Wright A. Characterization of the action of selected essential oil components on gramnegative bacteri. *J. Agric. and Food Chem.* 1998; 46: 3590-3595.
118. Lambert R. J. W., Skandamis P. N., Coote P. J., Nychas G. J. E. A Study of the Minimum Inhibitory Concentration and Mode of Action of Oregano Essential Oil, Thymol and Carvacrol. *J. Appl. Microbiol.*, 2001; 91: 453-462.
119. Busquet M., Calsamiglia S., Ferret A., Kamel C. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.*, 2006;89: 761-771.
120. Shinka, T., Mitsumori M., Enishi O., Takenaka A. and Kobayashi Y. Monitoring of methane and hydrogen production from the rumen of cows fed cashew (*Anacardium occidentale*) nut shell liquid Green house Gases and Animal Agriculture (GGAA) Conference, Banff, Canada. 2010; p. 152.
121. Agarwal N., Shekhar C., Kumar R., Chaudhary L.C., Karma D.N. Effect of peppermint (*Mentha piperita*) oil on in vitro methanogenesis and fermentation of feed with buffalo rumen liquor. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2009;148: 321-327.
122. Macheboeuf D., Morgavi D.P., Papon Y., Mousset J.L., Arturo- Schaan M. Dose-response effects of essential oils on in vitro fermentation activity of the rumen microbial population. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2008; 145: 335-350.
123. Patra A.K., Karma D.N., Agarwal N. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 2006; 128: 276-291.
124. Evans J.D., Martin S.A. Effects of thymol on ruminal microorganisms. *Curr. Microbiol.*, 2000; 41: 336-340.
125. Beauchemin K.A., McGinn S.M. Methane Emissions From Feedlot Cattle Fed Barley or Corn Diets. *J. Anim. Sci.* 2005; 83: 653-661.
126. Canbolat Ö., Kalkan H., Karaman Ş. Filya İ. Esansiyel yağların sindirim, rumen fermantasyonu ve mikrobiyal protein üretimi üzerine etkileri. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 2011; 17(4): 557-565.
127. Wikipedia. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Söğüt> (son erişim: 09.05.2016)
128. Baytop T. Türkiye’ de Bitkilerle Tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, Eczacılık Fakültesi No:40, 1984; 93, 167, 169, 195, 275, 327-330, 357, 382, 420
129. Radeleff R.D. *Veterinary Toxicology*. Philadelphia, Lea&Febiger, 1970; 33
130. Şener S., Yıldırım M. *Veteriner Toksikoloji*. Teknik Yayıncılık, 2000; 221-223.
131. Raskin I. Salicylic Acid. In: *Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Davies (ed.), Kluwer Acad. Pub., London. 1995; 188-205 p.
132. Steven D. E., NMD, Willow bark, Solutions Acupuncture, a private practice specializing in complementary and alternative medicine, Phoenix, AZ. Review provided by VeriMed Healthcare Network. Maryland, USA 2015. <http://umm.edu/health/medical/altmed/herb/willow-bark> (Son Erişim: 09.05.2016)



133. Chrubasik S, Eisenburg E, Balan E, et al. Treatment of low back pain exacerbations with willow bark extract. a randomized double blind study. *Am J Med.* 2000; 109:9-14.
134. Gökçe N., Karlıkaya E., B.O.A., DH. MÜ., 36-1/ 48, 4 Za 1327, 18 Aralık 1909; Okaliptüs Raporu, a.g.e., s.s.5- 6; Nilüfer Gökçe- Esin Karlıkaya, a.g.m., s.193.
135. Yeni Adana. "Cumhuriyet Hükümeti İçel Vilayetinin Tarsus Bölgesindeki Karabucak Bataklığını Kurutuyor ve Milyonlarca Adet Okaliptüs Fidanı Dikiliyor", 12 Haziran 1939.
136. Tekeli İ., İlkin S. Türkiye'de Sıtma Mücadelesinin Tarihi, Cumhuriyetin Harcı, Köktenci Modernitenin Ekonomik Politikasının Gelişimi, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul 2004; s.124, 140, 154.
137. Tuğluoğlu F. Türkiye'de Sıtma Mücadelesi (1924-1950) Türkiye Parazitoloji Dergisi, 2008; 32 (4): 351 – 359.
138. Hagerman E.A., Robbins T.C., Weerasuriya Y., Wilson C.T., McArthur C. Tannin chemistry in relation to digestion. *Journal of Range Management*, 1992; 45 (1): 57-62.
139. Kamalak A., Canbolat Ö., Gürbüz Y., Özay O., Erer M., Özkan Ç.Ö. Kondanse Taninin Ruminant Hayvanlar Üzerindeki Etkileri Hakkında Bir İnceleme. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2005; 8(1): 132-137
140. Silanikove N., Perevoltsky A., Provenza F.D. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 2001; 91: 69-81.
141. Itokura Y., Habermehl G., Mebs D. Tannins Occurring in the Toxic Brazilian Plants. *Herbage Abstract*, 1988; Vol: 58 No: 12.
142. Açıkgöz E., Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa 2001; 584s.
143. Banerjee A., Dasgupta N., De B. In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. *Food Chemistry*, 2005; 90, 727- 733
144. Başer C.H.K. Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikler. 14. Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı, Bildiriler(29-31 Mayıs), Eskişehir 2002.
145. Akiyama H., Fujii K., Yamasaki O., Oono T., Iwatsuki K. Antibacterial Action of Several Tannins Against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 2001; 48, 487-491.
146. Dığrak M., İlçim A., M.H. Antimicrobial Activities of Several Parts of *Pinus brutia*, *Juniperus oxycedrus*, *Abies cilicica*, *Cedrus libani* and *Pinus nigra*. *Phytother Res* 1999; 13: 584-587.
147. Scalbert A. Antimicrobial properties of tannin. *Phytochemistry* 1991; 30: 3875–3883.
148. Lee K.H. 'Plant phenolics compounds as cytotoxic antitumour agents' in phenolic compounds in food and their Effects on health, II. Antioxidants and Cancer Prevention, pp. 367-379 ACS Symposium Series 506, American Chemical Society 1992.
149. Chung K.T., Wong T.Y., Wei C.I., Huang Y.W., Lin Y. Tannins and human Health: a Review in *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1998; 38(6):421-468.
150. Menke K.H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D., Schneider W. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*. 1988; 28:7-55.
151. Association of Official Analytical Chemists(AOAC). Official Methods of Analysis of AOAC international, 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 2005 U.S.A.

152. Van Soest P.J., Robertson J.B. And Lewis B.A. Methods for dietary fiber, Neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 1991;(74) 3583-3597.
153. Makkar H.P.S., Blummel M. and Becker K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and their implication in gas production and true digestibility in vitro techniques. *Br J Nutr* 1995; 73: 897-913.
154. Menke K.H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D., Schneider W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science, Cambridge.* 1979; 93: 217-222.
155. Markham R. Distillation apparatus suitable for microkjeldahl analysis. *Biochem J,* 1942; (36), 790.
156. SPSS. SPSS for Windows Release 10,0, SPSS Inc. Chicago 1996.
157. Kaçar D. Screening of some plant species for their total antioxidant and antimicrobial activities. Master thesis, İzmir Institute of Technology, İzmir 2008.
158. Tavendale M.H., Meagher L.P., Pacheco D., Walker N., Attwood G.T., Sivakumaran S. Methane production from in vitro rumen incubation with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Anim Feed Sci Technol,* 2005;(123-124), 403-419.
159. Castillejos L., Calsamiglia S., Martin-Tereso J., Ter Wijlen H. In vitro evaluation of effects of essential oils at three doses on ruminal fermentation of high concentrate feedlot-type diets. *Anim. Feed Sci. Technol.,* 2008;145: 259-270.
160. Cardozo P.W., S. Calsamiglia A. Ferret C. Camel. Effects of Natural Plant Extracts on Ruminal Protein Degradation and Profiles in Fermentation Continuous Culture. *J. Anim. Sci.* 2004; 82: 3230-3236.
161. Yost W.M., Young J.W., Schmidt S.P., McGilliarg A.D. Gluconeogenesis in ruminants: Propionic acid production from a high-grain diet fed to cattle. *Journal of Nutrition* 1977; 107, 2036-2043.
162. Newbold C.J., Wallace R.J., Watt N.D. and Richardson A.J. The effect of the novel ionophore tetronasin (ICI 139603) on ruminal microorganisms, *Appl. Environ. Microbiol.* 1988; 54: 544-547
163. Barszcz M., Skomial J. Possibilities of tannins utilization in the protection of animals and human health. *Post Nauk Roln,* 2011;(2), 95-110.
164. Goel G., Makkar H., P.S. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins, a status review. *Trop Anim Health Prod,* 2012; (44), 729-739.
165. Patra A.K., Saxena J. Dietary phytochemicals as rumen modifiers: A review of the effects on microbial populations. *Antonie Van Leeuwenhoek,* 2009;(96), 363-375.
166. Waghorn G.C. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-progress and challenges. *Anim Feed Sci Technol,* 2008;(147), 116-139.
167. Hu W., Wu Y., Liu J., Guo Y., Ye J. Tea saponins in vitro fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. *J. Zhejiang. Univ. Sci., B,* 2005; 6(8): 782-792.
168. Chaves A.V., He M.L., Yang W.Z., Hristov A.N., McAllister T.A., Benchaar C. Effects of essential oils on proteolytic, deaminative and methanogenic activities of mixed ruminal bacteria. *Can. J. Anim. Sci.,* 2008; 88: 117-122.

169. Moss A.R. Environmental control of methane production by ruminants. In: Takahashi J, Young BA (Eds.): Greenhouse gases and animal agriculture. 2002; pp. 67-76, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
170. Eun J.S., Fellner V., Gumpertz M.L. Methane production by mixed ruminal cultures incubated in dual-flow fermenters. *J Dairy Sci.*, 2004;87: 112–121.
171. Benchaar C., Petit H.V., Berthiaume R., Ouellet D.R., Chiquette J., Chouinard P.Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. *J. Dairy Sci.* 2007; 90: 886–897.
172. Newbold C.J., McIntosh F.M., Williams P., Losa R., Wallace R.J. Effect of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2004; 114: 105–112.
173. Kamalak A., Canbolat O., Ozkan C.O., Atalay A.I. The effect of essential oil (Thymol) supplementation on in vitro gas production profiles and fermentation end products of alfalfa hay. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 2011; 17(2): 211-216.
174. McIntosh F.M., Williams P., Losa R., Wallace R.J., Beever D.A., Newbold C.J. Effects of essential oil on rumenial microorganism and their protein metabolism. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2003;69(8): 5011-5014.
175. Carulla J.E., Kreuzer M., Machmüller A., Hess H.D. Supplementation of Acacia mearnsii tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Aust J Agric Res*, 2005;(56), 961–970.
176. Tamminga S. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. *J. Anim. Sci.* 1996; 74:3112-3124.
177. Hristov A.N., Ropp J.K., Zaman S., Melgar A. Effects of essential oils on in vitro ruminal fermentation and ammonia release. *Animal Feed Science and Technology* 2008; 144, 55-64.
178. Castillejos L., Calsamiglia S., Ferret A. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems. *J. Dairy Sci.*, 2006;89: 2649–2658.
179. Goel N., Sirohi S.K., Dwivedi J. and Chaudhary P.P. Efficacy of different plant part combinations as rumen fermentation modulator in wheat straw based diet evaluated in vitro. *Annals of Biological Research*, 2011; 2(6):91-96
180. Sallam S.M.A., Bueno I.C.S., Nasser M.E.A., Abdalla AL. Effect of eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) fresh or residue leaves on methane emission in vitro. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2010; 9: 299-303.
181. Patra A.K. Effects of Essential Oils on Rumen Fermentation, Microbial Ecology and Ruminant Production. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2011; 1-13.
182. Manh N.S., Hung L.V., Long N.T., Don N.V., Huyen N.T. Effects of eucalyptus (*E. Camaldulensis*) leaf powder (ELP) on rumen fermentation, feed digestibility and methane production in ruminants by using in vitro gas production technique. *Proceedings of International Conference Livestock Based Farming Systems, Renewable Resources and the Environment*. (Ed. R. Preston and S. Southavong) Dalat, Vietnam. 2012; pp:6-9 June.
183. Manh N.S., Wanapat M., Uriyapongson S., Khejornsart P., Chanthakhoun V. Effect of eucalyptus (*Camaldulensis*) leaf meal powder on rumen fermentation characteristics in cattle fed on rice straw. *African Journal of Agricultural Research*, 2012; 7(14), 2142-2148.

- 184.**Kumar S.S, Navneet G., Mehta M., Mohini M., Pandey P., Shete S., Brisketu K. Efficacy of garlic, eucalyptus and neem powders on rumen modulation, methanogenesis and gas production kinetics in wheat straw based diet evaluated in vitro. *Wayamba Journal of Animal Science*, 2012; 4(2), 331-339.
- 185.**Thao N.T., Wanapat M. Effect of eucalyptus leaf meal supplementation on feed intake ruminal ecology and microbial protein synthesis of swamp buffaloes. *Khon Kaen Agr J*, 2013;41(1),75-79.

