FARKLI SEVİYELERDE KARANFİL ESANSİYEL YAĞININ KURU ÇAYIR OTUNA İLAVESİNİN *IN VITRO* GAZ VE METAN ÜRETİMİ İLE YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yeliz BURCU

Danışman: Prof. Dr. Hatice KAYA
Zootekni Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi
2022

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

FARKLI SEVİYELERDE KARANFİL ESANSİYEL YAĞININ KURU ÇAYIR OTUNA İLAVESİNİN *IN VITRO* GAZ VE METAN ÜRETİMİ İLE YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

(The Effects of Clove Essential Oil Addition at Different Levels into Dry Meadow Grass on *In Vitro* Gas and Methane Production and Feed Value)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yeliz BURCU

Danışman: Prof. Dr. Hatice KAYA

Erzurum

Aralık, 2022

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Yeliz BURCU tarafından hazırlanan "*Farklı Seviyelerde Karanfil Esansiyel Yağının Kuru Çayır Otuna İlavesinin In Vitro Gaz ve Metan Üretimi İle Yem Değeri Üzerine Etkileri*" başlıklı çalışması 20/ 12 / 2022 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Zootekni Ana Bilim Dalı, Zootekni Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof.dr. Murat DEMİREL *Yüzüncü Yıl Üniversitesi*	Aslı Islak İmzalıdır
Danışman:	Prof.Dr. Hatice KAYA *Atatürk Üniversitesi*	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof.Dr. Muhlis MACİT *Atatürk Üniversitesi*	Aslı Islak İmzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN
Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek lisans Tezi olarak *Prof. Dr. Hatice KAYA*danışmanlığında sunulan "*Farklı Seviyelerde Karanfil Esansiyel Yağının Kuru Çayır Otuna İlavesinin In Vitro Gaz ve Metan Üretimi ile Yem Değeri Üzerine Etkileri*" başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	*20*	**30**
Kuramsal Temeller	*14*	**30**
Materyal ve Metot	*28*	**35**
Araştırma Bulguları ve Tartışma	*17*	**20**
Sonuç ve Öneriler	*14*	**20**
Tezin Geneli	*25*	**25**

Not: *Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının* ***%5'den*** *büyük olmaması gerekir.*

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	**Tez Danışmanı**
Yeliz BURCU	**Prof. Dr. Hatice KAYA**
20.12.2022	**20.12.2022**
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun …./…/…. tarih ve ……. sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☒ Enstitü Yönetim Kurulunun …./…/…. tarih ve ……. sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmam sürecinde bilimsel bilgi birikimi ve görüşleriyle bana yön veren, destek ve emeklerini esirgemeyen tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hatice KAYA' ya, bilimsel katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Adem KAYA'ya ve laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan, Sayın Arş. Gör. Ali KAYA' ya teşekkürlerimi sunarım.

Destekleriyle her zaman yanımda olan aileme ve eşim Önder BURCU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Yeliz BURCU

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

FARKLI SEVİYELERDE KARANFİL ESANSİYEL YAĞININ KURU ÇAYIR OTUNA İLAVESİNİN *IN VITRO* GAZ VE METAN ÜRETİMİ İLE YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yeliz BURCU

Danışman: Prof. Dr. Hatice KAYA

Amaç: Bu çalışma, kuru çayır otuna farklı seviyelerde (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı (*Syzgium aromaticum*) ilavesinin *in vitro* gaz (İG) ve metan üretimi ile yem değeri, sindirilebilirlik ve bazı rumen parametleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Yöntem: Araştırmada, ticari bir firmadan temin edilen karanfil yağı (KY) (*Syzgium aromaticum*) kuru çayır otuna 0, 100, 200 ve 400 ppm düzeylerinde ilave edilerek K0, K1, K2 ve K3 şeklinde deneme grupları oluşturulmuştur. Kuru çayır otunun kimyasal bileşimi 3 tekerrür olarak Weende analiz yönetime göre belirlenmiştir. Kuru çayır otuna değişik seviyelerde KY ilavesinin etkilerinin belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim (İGÜ) tekniği kullanılmıştır. Gruplara ait 24 saatlik İG ve metan üretimi, metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L), organik madde sindirimi (OMS), gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), gerçek sindirim derecesi (GSD), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein üretimi (MPÜ), mikrobiyal partikül sentezleme etkinliği (MPSE),ile rumen pH'sı, toplam uçucu yağ asidi (TUYA) ve amonyak azotu (NH3-N) belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Karafil yağı seviyelerinin etkisi polinomiyal analizle belirlenmiştir.

Bulgular: Kuru çayır otuna 100, 200, 400 ppm düzeylerinde karanfil yağı ilavesinin 24 saatlik İG ve metan üretimi ile tahminlenen performans parametreleri (ME, NE_L, OMS) üzerine etkisinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,01$). İGÜ ile OMS değerleri bakımından K0, K1 ve K2 grupları benzer olup, K3 grubundan elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Yapılan polinomiyal analizde metan üretimi linear olarak etkilenirken diğer (ME, NE_L, OMS) parametrelerde quadratik etki görülmüştür. En yüksek gaz ve metan üretimi K1 grubunda (30,44 ve 5,19 ml), en düşük gaz ve metan üretimi K3 grubunda (24,36 ve 3,86 ml) saptanmıştır ($P<0.05$). Deneme grupları arasında GSKM ve GSD değerleri bakımından farklılıklar önemli bulunmuş ($P<0.05$) ve polinomiyal analiz sonucuna göre ortalamaların linear olarak azaldığı görülmüştür. Kuru çayır otuna farklı seviyelerde karanfil yağı ilavesinin diğer parametreleri etkilemediği tespit edilmiştir.

Sonuç: *In vitro* gaz ve metan üretimi ile tahminlenen performans ve sindirim parametreleri birlikte değerlendirildiğinde kuru çayır otuna 100 ppm seviyesinde karanfil yağı ilavesinin daha tatminkar sonuç verdiği görülmüştür. Ancak *in vivo* çalışmalarla bu sonucun desteklenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karanfil esansiyel yağı, kuru çayır otu, , *in vitro* gaz, metan, yem değeri.

Aralık 2022, 67 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFECTS OF THE CLOVE ESSENTIAL OIL ADDITION AT DIFFERENT LEVELS INTO DRY MEADOW GRASS ON *IN VITRO* GAS AND METHANE PRODUCTION AND FEED VALUE

Yeliz BURCU

Supervisor: Prof. Dr. Hatice KAYA

Purpose: This study was carried out to determine the effect of clove oil (Syzgium aromaticum) addition at different levels (0, 100, 200 and 400 ppm) to dry meadow grass on *in vitro* gas (IG) and methane production, feed value, digestibility and some rumen parameters.

Method: In the present research, experimental groups (K0, K1, K2 and K3, respectively) were formed by adding clove oil (Syzgium aromaticum) obtained from a commercial company to dry meadow grass at the rates of 0,100, 200 and 400 ppm. The chemical composition of dry meadow grass was determined according to the Weende analysis method in 3 replications. *In vitro* gas production (IGP) technique was used to determine the effects of adding different levels of clove oil addition to dry meadow grass. In the experiment, the 24-hour IG and methane production and performance parameters (Metabolic energy (ME), net energy lactation (NE_L), organic matter digestion (OMD)), *in vitro* digestion (true digestible dry matter (TDDM), true digestion grade (TDG)), partitioning factor (PF), microbial protein production (MPP), microbial particle synthesis efficiency (MPSE) and some rumen parameters (pH, total volatile fatty acid (TVFA), NH3-N) of groups were determined. The data obtained from the experiment were subjected to variance analysis using the SPSS package program. Effect of clove oil level had been determined by polynomial analysis.

Results: The clove oil supplementation at different levels (0, 100, 200, 400 ppm) to dry meadow grass had significant effect on performance parameters (ME, NEL, OMS) estimated by 24-hour IG and methane production ($p<0.01$). While the K0, K1 and K2 groups were similar in terms of IGP and OMS values, the values obtained from the K3 group were found to be lower. In the polynomial analysis, methane production was linearly affected, while quadratic effect was observed in other (ME, NEL, OMS) parameters. The highest gas and methane production was determined in the K1 group (30,44 and 5,19 ml), while the lowest gas and methane production was found in the K3 group (24,36 and 3,86 ml). The differences among the experimental groups in terms of in vitro digestion parameters, GSCM and GSD were determined as significant ($P<0.05$). According to the result of the polynomial analysis, it was determined that the GSKM and GSD values decreased linearly. But the addition of clove oil at different levels to dry meadow grass did not affect other parameters.

Conclusion: When *in vitro* gas and methane production, estimated the performance and digestion parameters evalauted together, it has been seen that supplementary clove oil at level 100 ppm into dry meadow grass gives more satisfactory results. Howewer, it was concluded that this result should be supported by *in vivo* studies.

Keywords: Clove essential oil, dry meadow grass, *in vitro* gas, methane, feed value.

December 2022, 67 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
İÇİNDEKİLER vi
TABLOLAR DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ x
GİRİŞ 1
Mikrobiyal Ekosistem Olarak Rumen ve Ortamı 2
Ruminantlarda Metan Gazı Oluşumu ve Enerji Kaybı 3
Enterik Metanın Küresel Isınmadaki Payı 5
Esansiyel Yağlar ve Etki Mekanizmaları 7
Karanfil ve Karanfil Esansiyel Yağı 10
Esansiyel Yağların Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkileri 12
KURAMSAL TEMELLER 16
MATERYAL ve METOT 22
Materyal 22
Metot 23
Yem Materyalinin Hazırlanması ve Deneme Gruplarının Oluşturulması 23
Kuru Çayır Otunun Besin Madde İçeriğinin Belirlenmesi 23
Kuru madde (KM) analizi 24
Ham kül (HK) analizi 24
Ham yağ (HY) analizi 25
Ham protein (HP) analizi 26
Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) analizi 27
Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) analizi 28
Asit deterjanda lignin (ADL) analizi 29
In Vitro Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması ve Çözeltilerin Hazırlanması 29
Yapay Tükürük Çözeltisinin Hazırlanması 32

In vitro metan miktarının belirlenmesi 33
Metabolik Enerji (ME), Net Enerji Laktasyon (NE_L) ve Organik Madde Sindirim Derecesinin Belirlenmesi 34
Rumen Sıvısında Toplam Uçucu Yağ Asitleri (TUYA) Miktarının Belirlenmesi 35
Rumen Sıvısında pH ve NH_3-N İçeriğinin Belirlenmesi 35
Gerçek Sindirilebilir Kuru Madde (GSKM), Gerçek Sindirim Derecesi (GSD), Taksimat Faktörü (TF), Mikrobiyal Protein Üretimi (MPÜ) ve Mikrobiyal Partikül Sentezleme Etkinliği (MPSE) Değerlerinin Belirlenmesi 36
İstatistik Analizler 36
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 37
Deneme Gruplarının *In Vitro* Gaz (İG) ve Metan (CH_4) Üretimi ile Tahminlenen Parametre Değerleri 37
Deneme Gruplarının *In Vitro* Sindirim Parametreleri 41
Deneme Gruplarının TUYA, NH_3-N ve pH Değerleri 43
SONUÇ ve ÖNERİLER 46
KAYNAKLAR 46
ÖZ GEÇMİŞ 55

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye'de Mevcut Ruminant Hayvan Kaynaklı Enterik ve Gübre Metan Salınımı ..6
Tablo 2. Bazı Aromatik Bitkilerdeki Uçucu Yağ Miktarları (%) ..8
Tablo 3. 100 g Karanfilin Besin Maddeleri Bileşimi..10
Tablo 4. Eugenol'un Genel Özellikleri..11
Tablo 5. Karanfil Yağının Uçucu Yağ Bileşimi ve Tayini ..22
Tablo 6. Kuru Çayır Otunun Besin Madde Kompozisyonu (%) ..23
Tablo 7. Yapay Tükürük Çözeltisi Hazırlamak İçin Kullanılan Çözeltilerin Kimyasal Yapısı ve Kullanılan Miktarları. ..32
Tablo 8. Deneme Gruplarına Ait *In Vitro* Gaz ve Metan Üretimi ile Tahminlenen Parametre Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları ..37
Tablo 9. Karanfil Yağı Gruplarına Ait Ortalam *In Vitro* Sindirim Parametre Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları ..42
Tablo 10. Karanfil Yağı Gruplarına Ait Ortalama TUYA, NH_3-N ve pH Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları ..44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Rumende metan oluşumu 4
Şekil 2. Esansiyel yağın bakteri hücresi üzerine etki mekanizması 10
Şekil 3. Karanfil ağacı ve vektör çizimi 12
Şekil 4. Karanfil bitkisi ve karanfil esansiyel yağı 12
Şekil 5. Eugenol'un kimyasal yapısı ve 3D görünümü 12
Şekil 6. Kuru madde analizinde kullanılan etüv 24
Şekil 7. Kül analizinde kullanılan fırın 25
Şekil 8. Yağ analizinde kullanılan Soxhlet cihazı 26
Şekil 9. Ham protein analizi için kullanılan yaş yakma ve destilasyon cihazı 27
Şekil 10. Denemede kullanılan Ankom cihazı 28
Şekil 11. *In vitro* gaz üretim tekniğinde yemlerin tartılması ve hazırlanması. 29
Şekil 12. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan cam şırıngalar. 30
Şekil 13. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan yapay tükürüğün hazırlanışı. 30
Şekil 14. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan yapay tükürük ile rumen sıvısının karıştırılması 30
Şekil 15. Yem örneklerinin inkübasyon aşaması 31
Şekil 16. İnkübasyon sonrası şırıngalarda gaz oluşumu 31
Şekil 17. Şırıngalardan alınan gazın bilgisayar destekli metan gazı ölçüm cihazına enjekte edilmesi 34
Şekil 18. Metan gazı ölçümünün ekrandan okunması 34

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

ADF	**:**	Asit Deterjanda Çözünemeyen Lif
ADL	**:**	Asit Deterjanda Çözünemeyen Lignin
CH_4	**:**	Metan
CO_2	**:**	Karbondioksit
GSD	**:**	Gerçek Sindirim Derecesi
GSKM	**:**	Gerçek Sindirilebilir Kuru Madde
HK	**:**	Ham Kül
HP	**:**	Ham Protein
HPS	**:**	Ham Protein Sindirimi
HY	**:**	Ham Yağ
İG	**:**	*In Vitro* Gaz
İGÜ	**:**	*In Vitro* Gaz Üretimi
KÇO	**:**	Kuru Çayır Otu
KM	**:**	Kuru Madde
KMS	**:**	Kuru Madde Sindirimi
ME	**:**	Metabolik Enerji
MK	**:**	Mikrobiyal Kazanım
MPSE	**:**	Mikrobiyal Partikül Sentezleme Etkinliği
NDF	**:**	Nötr Deterjanda Çözünemeyen Lif
NE_L	**:**	Net Enerji Laktasyon
NH_3-N	**:**	Amonyak Azotu
OM	**:**	Organik Madde
OMS	**:**	Organik Madde Sindirimi
OMSD	**:**	Organik Madde Sindirim Derecesi
TF	**:**	Taksimat Faktörü
TUYA	**:**	Toplam Uçucu Yağ Asitleri
UYA	**:**	Uçucu Yağ Asitleri

GİRİŞ

İnsan beslenmesinde et ve süt gibi hayvansal ürünler büyük önem taşımaktadır. Ruminantlar ekonomik değeri yüksek olan et, süt, yün ve deri gibi ürünlerin elde edildiği en önemli hayvanlardır. Bu ürünlerin kalitesi, üretimi ve verim potansiyelini artırmak ve bunun ekonomik olarak sürdürülebilir bir şekilde devam ettirmek için hayvanların yeterli ve dengeli beslenmesi gerekmektedir. Ruminantlar, insan ve diğer birçok hayvanın tam olarak sindiremediği veya hiç sindiremediği selüloz, hemiselüloz, diğer nişasta olmayan polisakkarit ve protein olmayan azotlu bileşikler (NPN) gibi yem bileşenlerini rumenlerinde bulunan mikroorgaznizmalar tarafından salgılanan enzimler ile değerlendirmektedirler. Ruminantlar tarafından yenilen karbonhidratça zengin yemler rumende fermentasyon işleminden sonra esas olarak asetik, propiyonik ve bütirik asit gibi uçucu yağ asitlerine (UYA) dönüşerek hayvanın enerji ihtiyacını karşılamaktadırlar. Yemlerin rumende anaerobik fermentasyonu sonucu oluşan UYA'lardan başka su, hidrojen, karbondioksit (CO_2) ve metan gazı (CH_4) da meydana gelmektedir (Arslan ve Çelebi 2017). Enerji ihtiva eden CH_4 gazının hayvan tarafından geğirme (ructus) yoluyla dışarı bırakılması ile hem bu enerjiden hayvan yararlanmamakta hem de sera gazı etkisine sahip olması ile ekolojik problemlere sebep olmaktadır (Kaya vd 2012; Gür ve Öztürk 2021). Ruminantlar tarafından salınan metan gazı uluslararası bir sorun haline gelmiş, ülkeler bu problemin önüne geçebilmek için ortak bir protokolde birleşmiş ve 1997 yılında Kyoto Protokolünü imzalamışlardır. Türkiye bu protokole 2009 tarihinde dâhil olmuştur. Kyoto Protokolüne dâhil olan ülkeler arasında ruminant hayvanlardan salınan CH_4 gazının azaltılması için çeşitli çalışmalar ve araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

Hayvanlarda yemden yararlanma düzeyi ile büyüme hızı ve verim gücü doğru orantılıdır. Bu bağlamda hayvandan yüksek verim elde etmek, büyümesini hızlandırmak, sağlığını korumak için kullanılan en önemli yöntemlerden biri yem katkı maddeleridir. Ruminatların fizyolojik durumları dikkate alınarak yem katkı maddelerinin uygun seviyelerde rasyona ilave edilmesi, hayvan sağlığına olumlu katkı sağlamakla birlikte, canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı gibi özellikleri iyileştirmekte ve hayvanın süt, et ve döl verimini artırmaya katkı sunmaktadır. (Boğa vd 2021). Rumende açığa çıkarak hem enerji kaybına ve hem de çevre kirliliğine neden olan metan oluşumunun azaltılması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmış ve halen çalışmalar devam etmektedir.

Rumende metan oluşumunu baskılamak veya azalmak için çeşitli yem katkı maddeleri kullanılmıştır. Kullanılan bu katkılar arasında antibiyotikler uzun zaman hayvan sağlığı ve büyüme faktörü olarak kullanılmasına rağmen hayvansal ürünlerde kalıntı bırakmaları, bakterilere karşı direnç oluşturmaları ve sağlık açısından riskli olmaları nedeniyle yasaklanmıştır. Bu gibi sebeplerden dolayı araştırmacılar pekçok doğal ürün ve bitki esansiyel yağları üzerinde yoğunlaşarak olabilecek farklı etkileri ve kullanım alanlarını tespit etmeye çalışmışlardır.

Mikrobiyal Ekosistem Olarak Rumen ve Ortamı

Dört bölmeli mide yapısına sahip olan, geviş getiren ve yalnızca bitkisel kaynaklarla beslenen hayvanların oluşturduğu gruba ruminant hayvanlar denir. Ruminant hayvanların sindirim sistemi kanatlı ve tek mideli hayvanlardan farklıdır. Bu farklılık sayesinde ruminantlar ham selüloz içeriği yüksek olan kaba yemlerden yararlanmaktadırlar. Ruminant hayvanlar yapısal unsurları (selüloz, hemiselüloz) yüksek olan bitkilerden yararlanmak suretiyle insanların besin madde ihtiyaçlarının karşılanmasında gerekli ürünlerin elde edilmesinde önemli bir yere sahiptirler.

Ruminantların mideleri rumen (işkembe), retikulum (börkenek), omasum (kırkbayır) ve abomasum (şirden) olmak üzere 4 bölmeden oluşmaktadır. Ruminantlarda sindirimin önemli özelliği besinleri hızlı tüketmek ama yavaş sindirmek esasına dayanmaktadır. Bu şekilde besin maddelerinin mikrobiyal sindirimi için yeterli süre kazanılmış olmaktadır. Ruminant hayvanlarda rumenin mikrobiyal ortamı; %40-60 oranında bakteri olmak üzere archaea, protozoa, mantar gibi mikroorganizmalardan oluşmaktadır (Alataş ve Umucalılar 2011). Rumende bulunan mikroorganizmalar sayesinde ruminantlar selüloz, hemiselüloz, lignin, nişasta ve ham protein gibi yem unsurlarını sindirebilmektedirler. Ruminantlarda besin madde sindirimi mikrobiyal olarak büyük ölçüde rumende gerçekleşmektedir. Rumen mikroorganizmalarının görevleri; sindirim enzimleri sayesinde ince ve kalın bağırsakta sindirimleri zor olan selüloz ve hemiselülozu sindirmek, proteinleri ve protein olmayan azotlu bileşikleri mikrobiyal proteinlere dönüştürmek, B ve K vitaminlerinin sentezini sağlamak, bitkilerin yapısında bulunan istenmeyen yapıların (fitin gibi) parçalanmasını sağlamak şeklinde sıralanabilir (Tunç 2012).

Rumen ortamı kendine has ekolojik şartları bulunan bir ekosistemdir. Bu ekolojik şartların oluşması için gerekli olan parametreler; pH (5,5-7,0), nem (%85-95), anaerob ortam, mikroorganizmaların ortamda mevcut olması, sürekli olarak besin maddelerininortamda bulunması, sıcaklık (38-41 ^{0}C) ve fermantasyon sonucu oluşan ürünlerin ortamdan uzaklaştırılması olarak sayılabilir (Aksoy vd 2000).

Rumende pH'nın 5,5'ten daha düşük olması durumunda amonyağın rumende emilimi azalarak daha fazla amonyak protein sentezinde kullanılmaktadır. Rumen sıvısındaki pH'nın 6,5'in üzerine çıkması ise amonyak absorbsiyonunu hızlandırmaktadır. Üre ve diğer azotlu olmayan nitrojenli bileşiklerin olduğu rasyonlarla hayvanların beslenmesiyle pH'ın optimum düzeyde kalması, rumendeki metabolik olayların düzenli olarak işlenmesi sağlamaktadır (Tunç 2012).

Rumen fermantasyonu sonucu ortaya çıkan en önemli son ürün olarak asetik, propiyonik, bütirik, izobütirik, formik, izovalerik, valerik, kaproik asit gibi uçucu yağ asitleridir. Rumen fermentasyonu ve mikrobiyal gelişim için yemlerle alınan protein ve protein özelliğinde olmayan nitrojenli bileşiklerin sindirimi sonucu ortaya çıkan NH_3 mikrobiyal protein sentezi için önemlidir. Rumende amonyak yoğunluğunun 5 mmol veya 9 mg/100 ml olması durumunda maksimum protein sentezinin gerçekleştiği, fakat bu oranın 80 mg/100 ml'ye ulaştığında amonyağın detoksifikasyonla üreye çevrilebilmesinin mümkün olmadığı bildirilmektedir (Aksoy vd 2000).

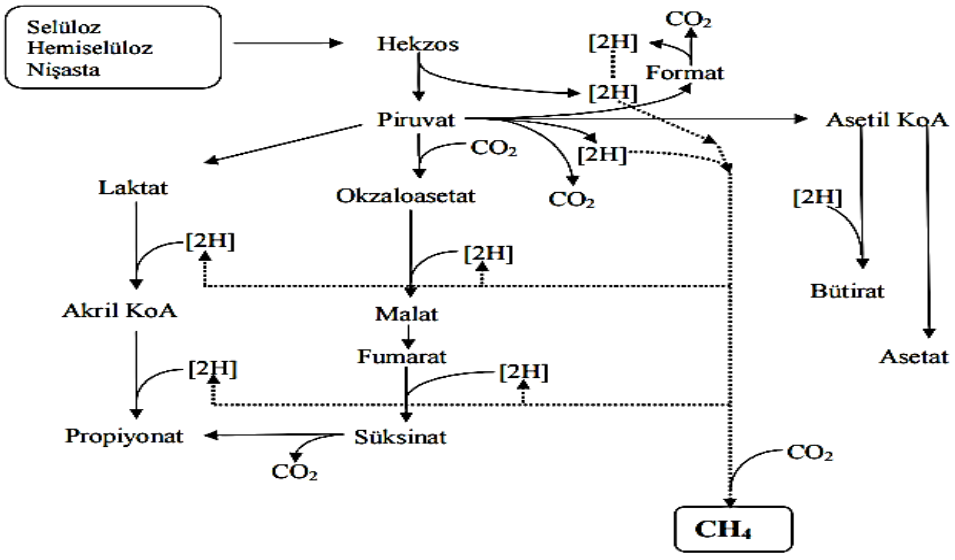
Rumendeki ozmotik basıncın belli bir aralıkta sabitlenmesi hem mikroorganizmaların hem de epitelyum hücre bütünlüğünün korunması adına önem arz etmektedir. Rumendeki en önemli koşul ise mikroorganizmaların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan anaerobik ortamın olmasıdır (Demirtaş 2013).

Ruminantlarda Metan Gazı Oluşumu ve Enerji Kaybı

Ruminant hayvanların rumeninde karbonhidrat, protein ve yağların anaerobik fermentasyonu sonucunda asetik, propiyonik ve bütürik asitler (UYA), hidrojen, CO_2 ile NH_3 gibi fermantasyon ürünleri oluşmaktadır. Mikrobiyal sindirim sonucu oluşan UYA'lar ruminant hayvanların enerji ihtiyacının %50-75'ini karşılamaktadır (Meral ve Biricik 2013). Rumende gerçekleşen önemli simbiyotik birlikteliklerden biri olan metanojenik arkea ve kirpikli protozoa arasındaki ilişki ile metabolik H_2 transferinin kolaylaştığı ve enerji üretmek için metanojenlerin ortamdaki H_2 atomlarını kullanması neticesinde karbondioksit miktarlarının azaldığı ve yan ürün olarak $CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$ şeklindeki reaksiyonla metan oluşmasına (metanogenezise) sebep olduğu ifade edilmektedir (Naumann et al. 2017). Öztürk (2015), rumende meydana gelen metanın %18 gibi bir oranının format'tan meydana geldiğini bildirmiştir. Ergin bir sığırın rumeninde günde 500–1500 litre gaz meydana gelmekte ve bu gazın büyük bir kısmını CO_2 (% 50-60) ve CH_4 gazı (% 30-40) oluşturmaktadır (Öztürk 2007). Rumen fermantasyonu sonucu açığa çıkan H_2' nin metanojenik bakteriler tarafından metan gazı oluşumunda (metanogenezise) kullanılmasına ait şekil (Şekil 1) aşağıda sunulmuştur (Mitsumori and Sun 2008). Rumende oluşan metan

gazının sahip olduğu enerjiden ruminant hayvanlar yararlanamayıp ructus (geğirme) yoluyla atmosfere bırakırlar. Ructus yoluyla dışarı salınan metan kaynaklı enerji miktarı rasyonun bileşimine, yemlere uygulanan yem işleme tekniği ve yem katkı maddelerinin kullanımı gibi faktörlere bağlıdır. Yemlerin sindirimi sonucu doğaya salınan metan gazı şeklinde meydana gelenenerji kaybının rumende metabolize olan yem enerjisinin %2 – 12'sini oluşturduğu bildirilmiştir (Kaya vd 2012). Rumende metan üretimi retikulo-rumende fermente edilebilen karbonhidrat miktarı ve ortamdaki hidrojenin kullanımının düzenlenmesi ile sonrasında da UYA üretim oranıyla değişebilmektedir. Rumende UYA içinde fazla miktarda olan asetik asitin propiyonik asite oranı metan üretimi üzerine etkilidir. Bu oran 0,5 olursa yemdeki enerjinin % 0'ı metan olarak çevreye bırakılmakta eğer yemde bulunan karbonhidratların bütünü asetik asite dönüşüp hiç propiyonik asit fermente olmazsa metan olarak enerji kaybının % 33 olabileceği ayrıca ruminantlarda asetik asit: propiyonik asit oranının yaklaşık 0,9-4 arasında değişmesi metan olarak enerjinin kaybının değişkenliğinin fazla olduğu anlamına gelmektedir (Johnson and Johnson 1995). Ayrıca ruminant hayvanlarda enerji kaynağı olan asetatı üretmek için mikroorganizmalar (homoasetojenler) tarafından hidrojenin kullanılabileceği böylece daha az H_2'ın metana dönüşmesi ile UYA üretimi için daha fazla H_2'nin kullanılacağı ve metabolize edilebilir enerji miktarında bir artışın sağlanacağı rapor edilmiştir (Naumann et al. 2017).

Metan gazı enerji kaybı oluşturmasının yanı sıra ekolojik olarak küresel ısınmadada rol almaktadır. Dolayısıyla son yıllarda yoğunlaşılan konular arasına metan gazının azaltılması çalışmaları da girmiştir (Öztürk 2007; Öztürk 2008; Demirtaş 2013).



Şekil 1. Rumende metan oluşumu

Enterik Metanın Küresel Isınmadaki Payı

Son yıllarda hayvancılıktan ileri geldiği bildirilen ekolojik kirliliğe sebep olan sera gazı salınımı fazla olarak dikkat çekmektedir. Yaşadığımız Dünya'da toplam üretilen sera gazlarının farkedilebilir kısmının endüstriyel ruminant hayvancılıktan ileri geldiği bilinen bir durumdur. Çevre kirliliğinin yanı sıra rumende meydana gelen enerji içeren metan gazının atmosfere salınması ile metabolize olma potansiyeli olan enerjiden hayvan faydalanamamakta ve salınım artıkça yem enerjisinin etkinliği azalmaktadır. Ruminant hayvanların rumeninde oluşan metana enterik metan denilmektedir (Knapp *et al.* 2014). IPCC (1996) raporuna göre ruminantlar tarafından doğaya salınan enterik metanın kürsel ısınmada CO_2'dan sonra çok büyük bir paya sahip olduğu bildirilmiştir.

Güneşten kısa ve uzun dalga boylarına sahip infrared ışınları gelmektedir. Bu ışınlar ısı tutma özelliği olan karbondioksit CO_2, metan (CH_4), diazot oksit (N_2O) ve amonyak (NH_3) şeklindeki sera gazları yoluyla fazla miktarda tutulmakta ve dünyanın daha çok ısınmasına sebep olmaktadırlar. Bu şekildeki sera gazlarının sebep olduğu ısınmanın sonucunda çeşitli yerlerde zamansız yağış, kuraklık, kutuplardaki buzulların erimesi, okyanuslardaki su sıcaklığının artış göstermesi gibi etkiler 'küresel ısınma' şeklinde tanımlanmaktadır (Sejian *et* al. 2011). Kuru madde alım ölçüsüne bakılarak sığırın günlük ortalama 250-500 litre/gün, koyunun 20-55 litre/gün metan gazı oluşturduğu bulunmuş ve bu kadar metan gazının enerji olarak karşılığının ortalama 3500-4000 kcal'ye denk geldiği araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Önel vd 2021).

Metanın sera gazı etkisine sahip 6 ana bileşikten biri olduğu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kyoto Protokolü ile rapor edilmiştir. Dünyada yıllık olarak toplam metan gazı salınımının 452.6 milyon ton olduğu, bunun %19'unun (86 milyon ton) hayvancılık faaliyetleri sonucu meydana geldiği ve bu oranında %95-97 'sinin ruminantlar geriye kalan kısmın (%3-5) ise tek mideli hayvanlar tarafından üretildiği bildirilmektedir (Arslan ve Çelebi 2017). Enterik metan gazının %87'sinin rumende oluştuğu ve bu oranın %95'inin erüktasyon ile dışarı atıldığı %10'luk metan gazının ise sindirim sisteminin aşağı kısımlarında oluştuğu ve bu miktarın %90'ının solunum %10'unun ise anüs yoluyla dışarı atıldığı bildirilmiştir (Özkan 2013).

Dünya'da nüfus artışına paralel olarak hayvansal üretim ve bu üretimle doğru orantılı olarakta hayvan sayısında artış olacağı düşünülmektedir.Türkiye İstatistik Kurumu 2021 yılı istatistiklerine göre büyükbaş hayvan sayısı 18,03 milyon baş (17,85 milyon baş sığır;185,57 bin baş manda) iken 2022 yılında bu sayının 17,88 milyon başa (17,69 milyon baş sığır;182,71 bin baş manda) düştüğü, küçükbaş hayvan sayısınında 2021 yılında 57,51 milyon

baş (45,18 milyon baş koyun; 12,34 miyon baş keçi)olduğu, 2022 yılında ise 58,44 milyon başa (46,12 koyun; 12,32 keçi) ulaştığı görülmüştür (TUİK 2022a).

Ruminant hayvanlar tarafından üretilip çevreye salınan metan gazı miktarının azaltılması ile gerek çevre kirliliğinin önüne geçilmiş olması gerekse yetersiz olan yem kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması amaçlanmaktadır. Sera gazları önemli bir oranda tarımsal faaliyetler sonucu salınmaktadır. Dünya tarımsal varlığının %40'ını hayvansal ürünler oluştururken bu üretimin önemli bir kısmını da ruminantlar üstlenmiştir. İnsan nüfusu ve gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen hayvansal gıda tüketim miktarının hızla artış göstermesi, hayvansal gıda üretimini de artırmaktadır (Gürer 2021). Tarımsal faaliyetler ve oluşan ürünler bir ülkenin ekonomisinde ve gıda üretiminde çok önemli bir yeri olmasının yanında sera gazı salınımına sebep olup küresel ısınma ve verim kaybı gibi olumsuz etkilerinden dolayı tartışma konusu haline gelmiştir. Sera gazı emisyonunda ruminant hayvanların payı çok büyüktür. Dünya nüfusunun hızla artış göstermesi hayvansal gıda ihtiyacını karşılayabilmek için ruminant hayvan varlığında da artışın olacağını işaret etmektedir. Bu yükselme küresel ısınmanın daha da artış göstereceğini belirtmektedir. Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC; Intergovernmental Panel on Climate Change) 2 Şubat 2007'de bir çevre raporu yayımlayarak, son 100 yılda dünyanın ısısının 0,7 ^{0}C arttığını bildirmiştir. Yayımlanan bu rapor da 1983-2000 yılına kadar geçen sürede metan üretiminin 1,61 ppm'den 1,76 ppm'e çıktığı (IPCC 2001) ve metan emisyonunda ki bu artışın hayvancılığın gelişmesiyle de alakalı olduğu bildirilmiştir.

Türkiye'deki hayvansal kaynaklı metan emisyonunun 2001 yılı tarım sayım sonuçları ve hayvan varlığı ile IPCC (1997)'nın verilerinde farklı çağ ve fizyolojik koşullarda bulunan sığır, koyun, keçinin yıllık hayvan başına enterik ve gübre yoluyla yaydığı metan emisyon verileri dikkate alınarak Görgülü vd (2009)'nin yaptığı hesaplamalar aşağıda Tablo 1'de sunulmuştur. Ancak yazarlar bu değerlerin çok sağlıklı olmadığına vurgu yaparak ülkemizde özellikle ruminant beslemede sindirimi düşük kaba yem veya kalitesiz ve yetersiz mera kullanımı nedeniyle metan üretiminin daha yüksek olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Tablo 1. Türkiye'de Mevcut Ruminant Hayvan Kaynaklı Enterik ve Gübre Metan Salınımı

Tür	**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	1024,252		

Hayvancılık sektöründe uzun yıllar antibiyotikler, iyonoforlar, metan inhibitörleri ve defaunasyon maddeleri gibi yem katkı maddeleri büyümeyi teşvik etmek, yemden yararlanmayı iyileştirmek, rumen fermantasyonunu düzenlemek, süt verimini ve performansını artırmak, hayvansal ürünlerin miktar ve kalitesini iyileştirmek, hayvan sağlığını korumak amacıyla kullanılmıştır (Patra 2011). Ancak son yıllarda hayvanlarda kullanılan bu ürünlerin, hayvansal gıdalarda kalıntı bırakması, hastalıklara sebep olan mikroorganizmalara karşı direnç oluşturması, gıda güvenliği ve antibiyotik kalıntılarının insan sağlığı açısından olumsuzluk teşkil etmesi gibi nedenlerden dolayı Avrupa Birliği 2003 yılında aldığı karar ile (EU regulation no:1831/2003 of the European Parliament and the Council of 22 September 2003) 2006 Ocak ayından sonra hayvan beslemede gelişmeyi artırıcı antibiyotiklerin kullanımını yasaklamıştır (Uzatıcı ve Canbolat 2019). Bu gibi sebeplerden dolayı araştırmacılar sentetik olmayan doğal yem katkı maddesi olarak bitki esansiyel yağları üzerine yoğunlaşmışlardır.

Esansiyel Yağlar ve Etki Mekanizmaları

Esansiyel yağlar, bitkilerin çiçek, yaprak, kök, tohum, kabuk, reçine, odun, ot ve rizom gibi değişik kısımlarından distilasyon veya ekstraksiyon yoluyla elde edilen oda sıcaklığında sıvı formda, kolayca kristalleşebilen çoğu zaman renksiz veya açık sarı renkte olan kompleks yapılardır. Bunlar yapısında olduğu bitkiye karakteristlik özellik veren (koku, yakıcı lezzet), çok sayıda kimyasal bileşenden oluşan ve su ile sürüklenme özelliği olan yağımsı karışımlardır. Antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antimikrobiyal ve enzimatik etkileri en önemli özellikleridir (Bayaz 2014).

Esansiyel yağların antimikrobiyal mekanizmaları şimdiye kadar net bir şekilde anlaşılamamış olsa da mikroorganizmaların hücre zarında bulunan lipid tabakasının (lipofilik) kimyasal yapısını ve hücre duvarı enzimlerini olumsuz yönde etkiledikleri, yapılarını bozdukları ve gelişimlerini sınırladıkları bildirilmiştir (Uzatıcı ve Canbolat 2019). Esansiyel yağlar gram pozitif ve gram negatif bakterilerin hücre zarı bütünlüğünü bozarak asıl etkilerini gösterirler. Yapılarının lipofilik doğası nedeniyle, uçucu yağlar hücre duvarlarını ve zarlarını kolayca geçebilirler. Aynı zamanda uçucu yağlar fenolik yapıları nedeniyle bakterilere karşı antimikrobiyal etki gösterirler. Uçucu yağların içerdiği fenolik bileşikler hücre zarının yapısını değiştirerek hücrenin fonksiyonel özelliklerini engellemektedirler (Kürekçi ve Sakin 2017).

Esansiyel yağların içerdiği alkol, terpen, ester, aldehit ve kumarin gibi bazı bileşikler bitkilere antiseptik, analjezik, antivirütik, bakterisid, antidepresan, tansiyon düzenleyici gibi özellikler kazandırmaktadırlar. Doğada yaklaşık 3000 bitki familyası yetişir ve bu bitkilerin

üçte biri esansiyel yağ içerir. Bitkideki esansiyel yağ oranı %0,01-10 arasında değişmektedir. Tablo 2'de bazı aromatik bitkilerdeki uçucu yağ miktarları gösterilmektedir (Yeşilbağ 2007). Esansiyel yağlar, yemin tat ve koku gibi duyusal özelliklerini değiştirerek yem tüketimini ve yemin lezzetliliğini etkilemekte ve sindirime yardımcı olmaktadırlar. Yapılarında bulunan kimyasallara bağlı olarak sakinleştirici, antimikrobiyel, fungisidial ve antioksidal etkileri de bulunmaktadır (Yeşilbağ 2007).

Tablo 2. Bazı Aromatik Bitkilerdeki Uçucu Yağ Miktarları (%)

Aromatik Bitki	**Uçucu Yağ Miktarı (%)**
Adaçayı	1.0- 3.0
Anason	1.5- 6.0
Biberiye	0.5- 2.0
Defne	0.5- 2.0
Dereotu	0.2- 4.0
Hardal	0.1- 1.0
Kekik	0.5- 3.0
Kimyon	2.5- 6.0
Nane	0.1- 1.0
Rezene	2.0- 0.3
Sarımsak	0.1- 0.3
Tarçın	0.5- 3.0

Antioksidanlar, serbest radikalleri nötralize eden ve vücudun bu maddelerin saldırısına uğramasını engelleyen hücre yenilenmesini sağlayan maddelerdir. Aromatik bitkilerin içerdiği fenolik bileşikler antimikrobiyal etkisini bakteri hücre duvarında bulunan proteinleri bozmak suretiyle hücre duvarından geçirgenliğini artırarak gerçekleştirirler (Yeşilbağ 2007).

Aromatik ve tıbbi bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar farklı mikroorganizmalar için bakterisit ve fungisit etkili olduğu yapılan çok sayıda araştırma ile belirlenmiştir (Paster *et al.* 1995; Dorman and Deans 2000, Newbold *et al.* 2004; Busquet *et al.* 2006; Cobellis *et al.* 2016). Bu özellikler, esansiyel yağların kozmetik, tıp ve gıda sanayisinde antibiyotiklere alternatif olarak ortaya çıkmasını sağlamış ve *in vitro* çalışmalar bu ürünlerin mikroorganizmaların gelişimini önlediğini göstermiştir (Newbold *et al*. 2004, Busquet *et al.* 2006).

Esansiyel yağların etki ettiği mikroorganizmalar ve etki mekanizması farklıdır (Toroğlu ve Çenet 2006). Bu bağlamda esansiyel yağların içerisindeki uçucu yapıdaki fenilpropanlar, terpenler, azot ve kükürt gibi bileşiklerin etkisiyle bakteri, küf ve mayalar gibi mikroorganizmaların gelişmesini, yayılmasını ve toksik etkilerini önlediği varsayılmaktadır (Ceylan 1987). Esansiyel yağların bakteri hücre zarlarının bütünlüğünü bozarak hücreleri olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Curabay 2018). Aynı zamanda hücre duvarını sentezleyen

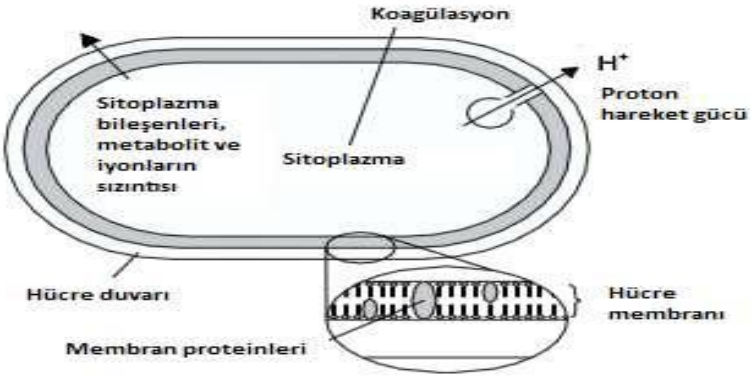
enzimlerin oluşumunu önleyerek mikroorganizmaların gelişimini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Evans and Martin 2000, Benchaar *et al.* 2006). Bazı çalışmalarda uçucu yağların rumen mikroorganizmalarını, toplam uçucu yağ asitleri ve toplam gaz üretimini etkilediği bildirilmiştir (Wallace *et al.* 2002; Castillejos *et al.* 2006). Defne, karanfil, limon otu ve kekik yağlarının 0.02, 0.04, 0.06 ve 0.05 düzeylerinde *Escherichia coli* bakterileri üzerinde inhibe edici etki gösterdikleri rapor edilmiştir. *Staphylococcus aereus* bakterisi üzerine fesleğen ve okaliptüs yağlarının %1; karanfil, kekik, biberiye, nane, limon otu, defneyaprağının ise %0.05 konsantrasyonunda inhibe etme potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir (Kürekçi ve Sakin, 2017).

Bilinen 1300'den fazla bitki türünün antimikrobiyal etki gösterdiği ifade edilmektedir. Üzerine çalışılarak antimikrobiyal etkisi belirlenmiş olan esansiyel yağlar arasında defne, karabiber, tarçın, badem, kişniş, sarımsak, limon, mandarin, soğan, portakal, kekik, kişniş, adaçayı, kuşburnu ve karanfil bulunur (Koptaget 2019). Esansiyel yağların antimikrobiyal etkilerinin yanı sıra antioksidan etkilere de sahip oldukları bildirilmiştir (Lee *et al.* 2004; Calsamiglia *et al.* 2006; Tural ve Turhan 2017). Bir esansiyel yağın kokusu çok sayıda bileşenin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bazı esansiyel yağlarda ise tipik ve ayırt edici koku özelliği bulunmaktadır. Örneğin; karanfilde eugenol, tarçın uçucu yağında cinnemaldehit, kekikde thymol gibi tek bir bileşen bu özelliği vermektedir (Ocak ve Baştürk 2021).

Esansiyel yağlar bakteri, küf ve mantar gelişimini engellemesinin yanında doğal olmaları nedeniyle toksik etkisinin olmaması gibi avantajları da vardır. Bu ve bunun gibi özellikleri sebebiyle esansiyel yağların havyan besleme alanında kullanılmasının hayvansal ürünlerin kalitesini arttırdığı ve raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir (Lee and Shibamoto 2002; Skerget *et al.* 2005).

Esansiyel yağların birçok antimikrobiyal etki mekanizmasına sahip olduğu bu mekanizmalardan en önemli ve etkilisinin bakterilerin membran yapısındaki bütünlüğü bozması olduğu bildirilmiştir (Burt 2004; Kürekçi ve Sakin 2017). Şekil 2'de esansiyel yağ bileşeninin bakteri membranı üzerindeki etkileri görülmektedir (Burt 2004). Diğer bir etki mekanizması esansiyel yağların içeriğinde bulunan terpenlerin hidrofobik özellik kazandırıyor olmasıdır. Böylece esansiyel yağlar, hücrelerin duvarlarından ve hücre zarlarından kolaylıkla geçebilme olanağı sağlamış olmaktadır. Bu özellik sayesinde hücrelerin yapılarına zarar vermeleri, hücre sitoplazmasındaki kayıplara, hücresel enzim aktivasyonunun etkilenmesine ve hücresel enerjinin üretim mekanizmasını azaltıcı yönde etki yaparak hücresel ölümlere

sebep olabileceği bildirilmiştir (Bajpai 2012, Erdoğan ve Everest 2013, Kürekçi ve Sakin 2017).



Şekil 2. Esansiyel yağın bakteri hücresi üzerine etki mekanizması

Karanfil ve Karanfil Esansiyel Yağı

Karanfil (*Eugenia caryophyllata, Eugenia caryophyllus, Eugenia aromatica, Caryophyllus aromaticum*) uzun yıllardır kullanılan ve ülkeler arasında en çok ticareti yapılan tıbbi ve aromatik öneme sahip baharatlardan biridir. Karanfil bitkisinin pembe ve yeşil olan çiçeklerinin kurutulması ile elde edilen tomurcuklarına karanfil adı verilmektedir. Pek çok alanda (gıda, kozmetik, tıp ve ilaç gibi) farklı kullanım özelliğine sahiptir. Tablo 5'te 100 g karanfilin besin maddeleri ve bileşimi verilmiştir (Peter 2001).

Karanfil esansiyel (*Syzgium aromaticum*) yağı antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle değerli bir bitkidir. Karanfil yüksek miktarlarda fenolik asit (gallik asit ve tanenler) daha düşük oranlarda flavonoidler içermektedir. Çiçek ve tomurcuklardan elde edilen karanfil yağının etken maddesi öjanol (eugenol) dür. Karanfil yağının %75-85'ini eugenol oluşturmaktadır. Tablo 3'de 100g karanfilin besin maddeleri bileşimi, Tablo 4'de Eugenolun genel özellikleri, Şekil 3'de karanfil ağacı ve vektör çizimi, Şekil 4'de karanfil bitkisi ve karanfil esansiyel yağı, Şekil 5'de Eugenol'un kimyasal yapısı ve 3D görünümü verilmiştir (Zopun vd 2010).

Tablo 3. 100 g Karanfilin Besin Maddeleri Bileşimi

Bileşim	**ABD Tarım Bakanlığı (USDA) (öğütülmüş)**	**Amerikan Baharat Ticaret Birliği (ASTA)**
Su	6.86	5
Enerji (kcal)	323	430
Protein (g)	5.98	6.0
Yağ (g)	20.06	14.5

Tablo 3. (Devamı)

Karbonhidrat (g)	61.22	68.8
Kül (g)	5.88	5.0
Kalsiyum (g)	0.646	0.7
Fosfor (mg)	105	110
Sodyum (mg)	243	250
Potasyum (mg)	1102	1200
Demir (mg)	8.68	9.5
Tiamin (mg)	0.115	0.11
Riboflavin (mg)	0.267	-
Niasin (mg)	1.458	1.5
Askorbik asit (mg)	80.81	81
Vitamin A aktivitesi	53	53

Tablo 4. Eugenol'un Genel Özellikleri

Eugenol	**Özellikleri ve Değerleri**
IUPAC İsmi	4-allil-2-metoksifenol, 2-metoksi-4-(2-profenil) fenol, 1-allil-3-metoksi-4-hidroksibenzen-4-
CAS Numarası	97-53-0
Molekül Formülü	$C_{10}H_{12}O_2$
Molar Kütle	164.20 g/mol
Yoğunluk	1.06 g/cm^3
Erime Noktası	-9°C
Kaynama Noktası	256°C
Alevlenme Noktası	104°C

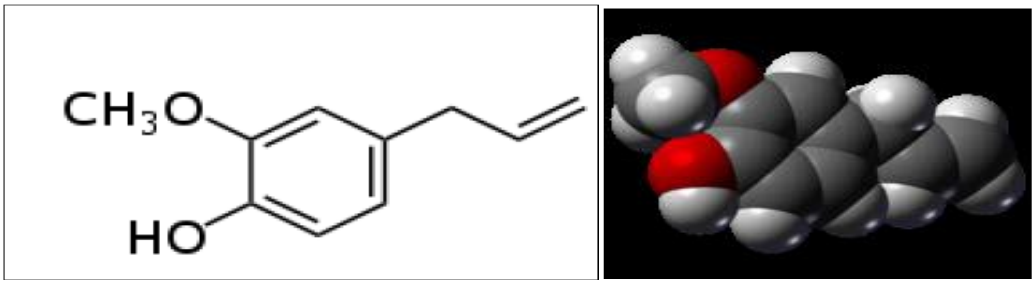
Yağın %5-15'ini eugenol asetat ve beta-kariyofileno meydana getirir. Yaklaşık %2 oranında a-humulende etki dereceside önemlidir. Ayrıca bazı araştırmacılar karanfil esansiyel yağında eser miktarda bulunan beta-pinen, limonen, farnesol, benzaldehit, 2-heptanol ve etil heksanoat uçucu bileşikler olduğunu bildirmişlerdir (Cortes-Rojas *et al.* 2014; Hepokur 2018; Çoban ve Patır 2010).



Şekil 3. Karanfil ağacı ve vektör çizimi



Şekil 4. Karanfil bitkisi ve karanfil esansiyel yağı



Şekil 5. Eugenol'un kimyasal yapısı ve 3D görünümü

Esansiyel Yağların Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkileri

Ruminant hayvanların rumenlerinde besin maddeleri anaerobik fermentasyona maruz kalarak; fazla miktarda asetik, propiyonik, bütirik asit, az miktarlarda da valerik, izovalerik, izobütirik asit gibi diğer uçucu yağ asitleri, hidrojen, karbondioksit, metan ve amonyak'a fermente edilmektedir. Oluşan bu bileşikler, özellikle de UYA'lar hayvanın enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır (Aksoy vd 2000). Rumendeki mikrobiyal fermantasyon

sonucu ortaya çıkan gazlar arasında ilk sırayı %50-60 ile CO_2 ve %30-40 ile CH_4 gazı almaktadır (Öztürk 2007). Özellikle CO_2 ve CH_4 gazları rumende önemli düzeyde enerji kaybına neden olmaktadırlar. Ruminant hayvanlar tarafından önemli miktarda üretilen metan geğirme yoluyla dışarı atılarak sahip olduğu enerjinin hayvan tarafından kullanılmamasına dolayısıyla ekonomik kayıba; diğer taraftan sera gazı etkisi göstermesi özelliği ile de ekolojik bir sorun olan küresel ısınmaya neden olur.

Dünyada mevcut olan ruminant hayvanların dışkı ve enterik fermantasyon sonucunda metan gazının yıllık olarak 80 ila 115 milyon ton civarında üretildiği ve bunun da küresel ısınmada ki payı CO_2'den 23 kat daha fazla olduğu bildirilmektedir (Kaya vd 2012). Toplam sera gazı emisyonunun %18'inin tarımsal faaliyet sonucunda meydan geldiği ve bunun da yaklaşık %9'unun ruminant hayvanlardan kaynaklandığı bildirilmektedir (Köknaroğlı ve Akünal 2007). Ruminant hayvanlar tarafından üretilen enterik metanın miktarını rasyondaki kesif yem oranı, kaba yem çeşidi ve kalitesi, karbonhidrat tipi, yemlerin sindirim kanalından geçiş hızı, organik asit, inhibitörler, yem tüketim seviyesi, yemlerde iyonofor mevcudiyeti, rasyonda bulunan yağın doymuşluk derecesi, sıcaklık ve yemden yararlanma gibi birçok faktör etkilemektedir (McAllister *et al.* 1996; Nkrumah *et al.* 2006; Köknaroğlu ve Akünal 2010).

Hayvan kaynaklı metan emisyonunun sebebi, rumende yemlerin içerdiği besin maddeleri fermantasyonunun etkin olmaması ve mikrobiyal flora için gerekli ve yeterli besin maddenin karşılanmaması olabilir. Metan gazı üretiminin azaltılması için temel prensip sindirim sisteminde besin madde kullanım etkinliğini artırmak gerekir. Ruminant hayvanlarda verim ve kaliteyi rumen içi ortam (pH değeri, bakteriler, protozoa gibi mikroorganizma türlerindeki değişimler) etkilemektedir. Dışarıdan yem katkı maddesi kullanımında ki amaç; rumen fermantasyonunu düzenlemek ve alınan besin maddelerinden optimum yararlanılmasını sağlamaktır (Kaya vd 2012). Ruminant hayvanlarda mikrobiyal aktiviteyi düzenleyen yem katkı maddeleri arasında antibiyotikler (monensin) bulunmaktadır. Antibiyotikler rumende azot metabolizmasını ya amonyak üreten bakterileri engelleyerek veya deaminasyonunu azaltarak gösterirler (Bilal vd 2008). Ancak hayvan yemlerinde antibiyotiklerin kullanımının yasaklanması sonucu ruminal fermantasyonu düzenleyen alternatif doğal ürünler öne çıkmıştır. Bu alternatif doğal ürünler arasında yer alan esansiyel yağlar bilim insanları tarafından incelenmeye devam etmektedir. Esansiyel yağların antimikrobiyal özellikleri dışında farklı özelliklere (antioksidan, antikanserojen ve immün sistemi geliştirici) sahip olması bu ürünlerin hayvan beslemede kullanımına olanak

sağlamakta ve rumen fermantasyonunun değiştirilmesinde kullanılmasını da gündeme getirmektedir (Patra *et al.* 2010).

Yapılan çalışmalar rumen fermantasyonunu düzenlemek, metan üretimini azaltmak için rasyona ilave edilen kimyasalların hayvan için toksik olduğu elde edilen üründe de toksik maddelerin olma ihtimalini ortaya koymuştur. Son zamanlarda doğal yem katkı maddeleri olarak fitokimyasallar açısından zengin bitki özlerinin kullanımı, rumen fermantasyonunu modifiye etmek ve metanojenezi azaltmak için beslenme uzmanları ve rumen mikrobiyologları arasında ilgi çekici konular arasında olmuştur (Patra *et al.* 2010). Bakteri üreme ve gelişmesini gösteren bir indeks olan MIC (Minumum İnhibitör Konsantrasyon) çalışmaları birçok bitkisel uçucu yağın, bazı antibiyotiklerle çok yakın veya benzer etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Bussmann *et al.* 2010). Patra and Yu (2012), 0, 0,25, 0,50, ve 1 g/L seviyelerinde karanfil, nane, okaliptüs, origanium ve sarımsak yağını rumen sıvısına ilave etmişler ve 24 saatlik inkübasyon süresi boyunca *in vitro* toplam gaz oluşumu, CH_4 üretimi, kuru madde sindirimi (KMS), NDF sindirimi, amonyak azaotu (NH_3-N), rumen pH′sı, toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) kriterlerini araştırmışlardır. Deneme sonunda seviye arttıkça incelenen bütün esansiyel yağlarda CH_4 üretiminde önemli derecede azalma olduğu tespit edilmiştir. Kuru madde ve NDF sindirimini sarımsak yağı ilavesi ile azaldığı, TUYA oluşumu karanfil esansiyel yağı ilavesi ile linear, origanium esansiyel yağı ilavesiyle quadratik olarak düştüğü diğer esansiyel yağların etkilenmediği ve NH_3-N üretimine esansiyel yağların etkisinin olmadığı ancak bütirik asit miktarı ve rumen pH′sını incelenen tüm esansiyel yağ ilavelerinin artırdıkları belirlenmiştir.

Küresel ısınma, iklim değişikliği ve yem enerjisi kaybı gibi olumsuzluklardan dolayı, geviş getiren hayvanlar tarafından oluşturulan enterik metan üretimini düşürmek için farklı bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Bazı bitki ekstrakları ve bitki esansiyel yağları antimikrobiyal özellikleri nedeniyle rumen fermantasyonunu sınırlaması olumsuzmuş gibi görünmesine karşın, rumende oluşan ve önemli düzeylerde enerji ve azot kaybına neden olan gazların üretiminin azaltılması bakımından da önemli avantajlar sağlayacağı bildirilmektedir (Canbolat 2012). Canbolat (2012) kekik, nane, portakal, karanfil, tarçın, esansiyel yağlarının *in vitro* gaz üretimi (İGÜ), organik madde sindirimi (OGM), metabolik enerji (ME) ile rumen fermantasyonu ve metan gazı üretimi üzerine olan etkilerini belirlemek için yaptığı çalışmada tüm parametreler üzerine en etkili olan esansiyel yağın kekik yağı olduğunu ve bunu sırasıyla NY (Nane), KAY (karanfil), TY (tarçın) ve PY (portakal)'nın izlediğini tespit etmişlerdir. Curabay (2018) sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı ve bunların artan dozlarda (0, 200,

400, 800 ve 1200 mg/L) kullanımanın İGÜ, rumen fermantasyonu, CO_2, CH_4, ve NH_3-N üretimi ile yemlerin sindirilebilirliği üzerine etkilerini belirlemek için yürüttüğü çalışmada, ruminant beslemede hayvan performansı, yemden yararlanma ve rumen fermantasyonun engellenmesi için en etkili dozun düşük dozlar olduğunu ifade etmiştir.Yapılan çalışmalarda uçucu yağların rumen mikroorganizmaları, toplam uçucu yağ asitleri ve toplam gaz üretimini önleyici etkisinin olduğu bildirilmiştir (Wallace *et al*. 2002; Castillejos *et al.* 2006).

Esansiyel yağların hayvan beslemede kullanımı ile ilgili yapılan araştırmalarda, genel olarak esansiyel yağ ve bileşenlerinin, amonyak azot konsantrasyonunun azalmasına, metan üretiminin düşmesine ya da uçucu yağ asitleri üretiminde değişimlere neden olduğu bildirilmiştir. Aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen esansiyel yağların ve seviyelerinin rumen fermantasyonu üzerine olan etkileriyle ilgili çalışmaların sayıları her geçen gün artmaktadır. Literatür bildirişlerinde karanfil esansiyel yağının rumen parametrelerine hangi seviyelerde etkili olduğu yönünde çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, ruminant beslemede kullanılan kuru çayır otuna farklı seviyelerde (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı (*Syzgium aromaticum*) ilavesinin İG ve CH_4 üretimi ile yemlerin değerliliği, sindirilebilirlikleri ve bazı rumen parametleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

KURAMSAL TEMELLER

Bitkisel uçucu yağların antibakteriyel özelliklerinin kanıtlanması ile rumen fermantasyonunun manipülasyonunda antibiyotiklere alternatif yem katkı maddesi olarak kullanılabileceği gündeme gelmiş ve araştırmacılar tarafından bu konuda farklı materyallerle çalışmalar yapılmıştır.

Burt ve Reinders (2003) karanfil, farekulağı, defne ve kekik uçucu yağlarıyla E. Coli üzerine yaptıkları çalışmalarında, farekulağı ve karanfil uçucu yağlarının iki varyetesinin en güçlü bakteriyostatik ve bakterisidal etkide olduklarını bildirmişlerdir.

McIntosh *et al.* (2003), ana bileşen olarak eugenol, tymol, vanilin ve limonene olan esansiyel yağ karışımının süt ineklerinde protein metabolizması ve mikroorganizma populasyonuna etkilerini incelemişler ve bu karışımın rumendeki deaminasyon oranını önemli oranda engellediğini bildirmişlerdir.

Dusan *et al.* (2006) kekik, karanfil ve tarçın esansiyel yağlarıyla yaptığı çalışmada ilgili esansiyel yağların antimikrobiyal ve antioksidan olarak etkili olduklarını bildirmişlerdir. Esansiyel yağların kimyasal analizlerinin sonucu olarak en önemli bileşenlerinin carvacrol, thymol ve eugenol olduğunu ve etki derecesinin bitkinin elde edildiği bölgeye göre değişebileceğini ifade etmişlerdir. Çok düşük konsantrasyonlarda bile en etkili bileşenin carvocrol olduğu tespit edilmiştir.

Castillejos *et al.* (2008) 10 farklı esansiyel yağın (karanfil yaprağı, çördük, lavandin, lavanta, kekik, biberiye, adaçayı, çay ağacı gibi) 3 farklı dozu (5, 50, 500 mg/l) ve antibiyotiğin (monensin) rumen mikroorganizma ve rumen fermantasyonu üzerine etkilerini belirlemek için yürüttükleri çalışmaada, 24 saatlik inkübasyon sonunda rumen pH'sı, uçucu yağ asitleri ve amonyum azot konsantrasyonunu incelemişlerdir. Deneme sonunda biberiye, çördük, adaçayı, çay ağacı ve karanfil yaprağı yağlarının 500 mg/l dozları, uçucu yağ asit konsantrasyonunu düşürmeden propiyonat ve valerat oranını artırıp, asetat propiyonat oranını azaltarak monensine benzer şekilde hareket ettiğini tespit etmişlerdir. 500 mg/l karanfil yaprağı yağının toplam UYA üretimini yükseltip pH'ı artıran tek esansiyel yağ olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, esansiyel yağların hayvan beslemede antibiyotiklere alternatif olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada, rumen sıvısına değişik seviyelerde (50, 100, 200, 400, 600 ve 800 mg/L) kekik yağı ilavesinin mısır silajında İGÜ, organik madde sindirimi metabolik enerji değeri ve rumen fermantasyonu üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Değişik seviyelerde kekik yağı ilaveli rumen sıvısının 3, 24, 48, 96 saat inkübasyon süreleri boyunca İGÜ'nün doz artışına bağlı olarak düştüğü rapor edilmiştir. Sonuç olarak rumen sıvısına kekik yağı ilavesinin mısır silajının İGÜ ile OMS ve ME değerini düşürdüğü tespit edilmiştir (Canbolat vd 2010).

Koyuncu ve Canbolat (2010), karvakrolün (kekik yağının ana bileşeni) rumen fermantasyonuna etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında 0.0, 0.15, 0.30 ve 0.45 g/kg kuru madde oranlarında karvakrol katkılı rasyonlarla Kıvircik kuzuları beslemişler ve artan karvakrol seviyesi ile toplam uçucu yağ asidi ve asetat konsantrasyonunun azaldığını, propiyonat ve butirat miktarının arttığını, rumen pH′sının etkilemediğini ve rumende amonyak düzeyinin azaldığını bildirmişlerdir.

Canbolat vd (2011) yaptıkları bir çalışmada, rumen sıvısına çeşitli seviyelerde (0, 400, 800 ve 1200 mg/lt) portakal yağı (PY), nane yağı (NY) ve kekik yağı (KY) eklenmesinin yonca kuru otunun İGÜ, OMS ve ME değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir. PY, NY ve KY ilavesinin toplam uçucu yağ asitleri, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit, asetik asit/propiyonik asit oranını ve amonyak seviyesini düşürürken, rumen pH'sını arttırdığı tespit edilmiştir. Kekik yağının rumen sıvısına eklenmesiyle karbondioksit ve metan gazı ile mikrobiyal protein üretiminde önemli ölçüde azalmanın meydana geldiği saptanmış ve ruminant beslemede düşük dozda uçucu yağ kullanılması gerektiği, yüksek dozda uçucu yağ kullanımının rumen fonksiyonu ve yemden yararlanmayı azaltabileceği ifade edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada (Kamalak vd 2011a) İGÜ, CH_4 ve NH_3-N üretimi, TUYA, ME, OMS, KMS ve NDF sindirimi üzerine değişik seviyelerde portakal yağının (0, 100, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) etkisi araştırılmıştır. Deneme sonunda portakal yağının dozuna bağlı olarak UYA haricinde tüm parametrelerde düşüşün olduğu tespit edilmiştir.

Kamalak vd (2011b) kekik esansiyel yağı olan timolün farklı seviyelerde (0, 50, 100 ve 200 mg/L) rumen sıvısına ilavesinin yonca otunun 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat inkübasyonu ile İGÜ, UYA, OMS, ve ME değerlerine etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Rumen sıvısına timol ilavesinden yonca otunun gaz üretimi değerleri ile OMS ve ME değerlerinin etkilendiği 200 mg/L seviyesinde timol ilavesinin gaz üretim değerinde %22.77'lik bir azalmaya sebep olduğu saptanmıştır. Bir birimlik timol ilavesiyle gaz üretiminde 0.0836 ml, metabolik enerjide 0.0132, organik madde sindiriminde 0.086, gerçek

organik madde sindiriminde 0.0546, NDF sindiriminde ise 0.0748 birimlik bir azalmanın olduğu ve timolün anti-mikrobiyal etki göstererek rumen fermantasyonunu etkilediği rapor edilmiştir.

Siyah-Kahverengi İsviçre dağ koyunu ile yapılan bir çalışmada, rumen sıvısına sarımsak yağı (5g/kg kuru madde) ve sarımsak yağının etken maddesi diallil-disülfid (2g/kg kurumadde) ilavesinin *in vitro* metan üretimi ve yemlerin sindirim derecesine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme sonunda sarımsak yağının metan üretimi ve toplam uçucu yağ asit miktarını etkilemediği, amonyak azot miktarını azalttığını, kuru madde sindirimini ise bir miktar düşürdüğünü rapor edilmiştir. Sarımsak etken madde takviyesinin ise sindirilebilirliği ve enerji kullanımını iyileştirdiğini belirlemişlerdir (Klevenhusen *et al*. 2011).

Canbolat (2012) yaptığı çalışmada koyun rumen sıvısına kekik, nane, portakal, karanfil ve tarçın esansiyel yağlarını 300 mg/ lt seviyesinde ilavesinin, korunga kuru otunun İGÜ, organik madde sindirimi ve metabolik enerji içeriğini düşürdüğü tespit edilmiştir. Esansiyel yağların rumen sıvısı parametrelerinden uçucu yağ asitleri, amonyak azotu ve metan gazı üretimini de azalttığı saptanmış ve esansiyel yağların rumen sıvısına ilavesinin belirlenen bütün parametreleri olumsuz etkilediği bildirilmektedir.

Talebzadeh *et al.* (2012), rumen sıvısına 0, 150, 300, 450 ve 600 µg/ml dozlarında kekik yağı (carvacrol, p-cymene and thymol içeren) ilave ederek 1-144 saat inkübasyon sürelerinde İG ve NH_3-N üretimi, toplam uçucu yağ asiti (TUYA) miktarı, kurumadde sindirimi (KMS) ve organik made sindirimi parametrelerini incelemişlerdir. Deneme sonunda 24 saatlik inkübasyonda doz arttıkça amonyak üretiminde ve gerçek *in vitro* sindirilebilirlikte azalma olduğu ancak partining faktörün esansiyel yağ ilavesi ile arttığı, 144 saatlik inkübasyonda ise gaz oluşumu ve KMS′de azalma olduğu tespit edilmiştir. En yüksek TUYA miktarı 150 µg /mL kekik yağının rumen sıvısına ilavesinde olduğu belirlenmiştir.

Günal et al. (2014), rumen sıvısına farklı dozlarda (0, 125, 250 ve 500 mg/L) anason, sedir ağacı, tarçın, okaliptüs ve çay ağacı esansiyel yağı ilavesinin in *vitro* NH_3-N üretimi, UYA profili ve pH'ya etkisini belirlemişlerdir. 24 saatlik inkübasyon sonunda tarçın esansiyel yağı hariç bütün esansiyel yağlar asetat, propiyonat ve asetat/propiyonat oranı ve pH'yı etkilemediği bulunmuştur.

Jahani-Azizabadi *et al.* (2014) kişniş, oregano, caraway, cumin, cinnamon, fıstık kabuğu ve thyme esansiyel yağlarının 35, 70, 140 ve280 µl /L seviyelerinde yonca samanına ilavesinin 24 saat inkübasyon sonunda oluşan *in vitro* rumen fermantasyonu ve

sindirilebilirlik düzeyine etkilerini araştırdıkları denemede thyme esansiyel yağının 140 ve 280 µl l L-1 dozlarının kuru madde sindirimi ve NH_3-N üretimini düşürdüğü, 280 µl /L seviyesinin NDF sindirimi, İG ve CH_4 üretimini azaltıcı etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada (Patra and Yu 2015) Jersey ineğinden alınan rumen sıvısına sarımsak yağı (0.25 g/L) ve nitratın (5 mM) ayrı ayrı ve birlikte ilavesinin İG, CH_4, NH_3-N üretimi ve UYA'ya etkisi araştırılmış ve sarımsak yağının gaz oluşumu, CH_4 ve NH_3-N üretimi ile beraber KM, NDF sindirimi ve TUYA miktarı üzerine azaltıcı etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Khorrami *et al*. (2015), rumen kanüllü Holstein sığırından (540 ± 35 kg başlangıç vücut ağırlığı) temin edilen rumen sıvısına 500 mg/kg kekik yağı ve tarçın yağı ilave edilmiş muameleli grupları ve pozitif kontrol grubu olarakta monensin (33 mg/kg kuru madde) kullanılmıştır. Deneme sonunda kullanılan esansiyel yağların sindirim, pH, amonyak azotu, TUYA, asetat ve bütirat üzerine etki etmediği saptanmış olmakla birlikte, esansiyel yağlar CH_4 üretimi ile sığırların işkembesinde proto-zoa ve metanojenlerin nispi bolluğunu azalttığı görülmüştür.

Özüretmen ve Özelçam (2019) buğday samanının *in vitro* kuru madde sindirimi ve metabolik enerji değerleri üzerine karanfil eterik yağının etkisinin belirlenmesini amaçlayan çalışmalarında, *in vitro* selülaz yöntemi uygulayarak %66.6 eugenol içeren karanfil yağının 50, 100, 200 ppm seviyelerinde buğday samanına ilave edilmiş ve örnekler 1,3,5,7,9,12 saat süreyle inkübasyona tabi tutulmuştur. Yöntemin uygulanmasında selülaz ve pepsin (2000 FIP-U/g) enzimleri kullanılmıştır. Karanfil uçucu yağı doz artışına bağlı olarak, samanının kuru madde sindirimi, enzimde çözünebilen organik madde ve metabolik enerji değerlerinin arttığı tespit edilmiş ve karanfil yağının sindirilebilirliği artırma özelliğinin olduğu ifade edilmiştir.

Curabay vd (2020) sarımsak, nane, kekik ve portakal esansiyel yağlarının farklı seviyelerde (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) yonca otuna ilavesinin İGÜ, karbondioksit, metan, rumen fermantasyonu, amonyak azotu üretimi ve yemlerin sindirimi üzerine olan etkisini incelemişlerdir. esansiyel yağların İGÜ ve uçucu yağ asitleri (UYA)'ni etkilediği, esansiyel yağ dozlarının ise NH_3-N'ini etkilediği tespit edilmiştir. İncelenen uçucu yağlar ve seviyelerinin CO_2 ve CH_4 üretimini; yonca kuru madde, organik madde ile ham protein sindirim derecesini ve metabolik enerji düzeyini düşürdüğü saptanmıştır. En etkili uçucu yağın nane ve kekik olduğu rapor edildiği çalışmada, esansiyel yağların ruminant beslemede

hayvan performansı, yemden yararlanma ve rumen fermantasyonunu engellememesi için düşük dozların kullanılması gerektiği bildirilmiştir.

Yapılan bir araştırmada (Uzatıcı ve Canbolat 2019) rumen sıvısına (RS) farklı seviyelerde (0, 100, 200, 400, 800, 1200 ve 1600 mg/L) sarımsak yağı (SY) katkısının korunga otunun organik madde sindirimi (OMS) ve rumen sıvısı parametreleri ile CO_2 ve CH_4 gazı oluşumu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla İGÜ tekniği; gerçek kurumadde sindirimi (GKMS) ve NDFS (nötr deterjanda çözünmeyen lif sindirimi) değerlerinin tespitinde ise Daisy inkübatör tekniği kullanılmıştır. RS'ye sarımsak yağı eklenmesinin korunga otunun İGÜ, GKMS, OMS, NDFS ve ME değerleri ile toplam uçucu yağ asidi, asetik asit, propiyonik asit ve butirik asit seviyelerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Aynı zamanda değişik seviyelerde SY'nın rumen sıvısına ilavesinin metan ve karbondioksit üretimini de düşürdüğü en olumsuz SY seviyesinin 1600 mg/L olduğu, uygun dozların daha düşük seviyelerde (400 mg/L rumen sıvısı) olması gerektiği ifade edilmiştir.

Yanar ve Aktaş (2021) 2-8 haftalık Holstein Friesian ırkı buzağı süt ikame yemine tona 200g olacak şekilde öjenol, sinol, sinnnamaldehit uçucu yağ bileşenlerinin ilavesiyle yaptıkları *in vivo* denemelerinde yem tüketiminin rakamsal olarak arttığını rapor etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada (Şahan 2021) dağ nanesi esansiyel yağının (DNEY) 0, 50, 100 ve 150 mg /L kültür sıvısı seviyelerinde rumen sıvısına ilavesinin buğday samanı rumen mikrobiyal fermantasyonu ve *in vitro* gerçek sindirilebilirlik (İGS) üzerindeki etkilerini incelenmek üzere fistüle inekten alınan rumen sıvısında 48 saat süreyle Daisy inkübatörde muamele edilmiştir. Dağ nanesi uçucu yağının bütün seviyeleri *in vitro* ham selüloz, organik madde ve nötr deterjan lif sindirilebilirliğini artırdığı, buğday samanı kuru madde sindirilebilirliğini etkilemediği, uçucu yağ asitleri kontrol grubuna göre azaldığı, CO_2 ve CH_4 gazı (50 ppm hariç) miktarının düştüğü belirlenmiştir. Dağ nanesi uçucu yağının, tüm seviyelerinin rumen fermentasyon parametrelerinin son ürünlerini azalttığı, rumen pH'sını artırdığı, *in vitro* sindirilebilirliklerin ve rumen genel fermantasyon sürecini etkilediği tespit edilmiştir.

Altınçekiç vd (2021) rumen sıvısına (RS) 50, 100, 200, 400, 800 ve 1000 mg/ L zencefil esans yağı (ZEY) ilavesinin *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği (OMS), metabolize edilebilir enerji, rumen fermentasyon parametreleri ve metan üretimi üzerindeki etkilerini incelemiş ve çayır gülü samanının İGÜ'ini, OMS ve ME içeriklerini, toplam uçucu yağ asitlerini, asetik asit, propiyonik asit miktarı, CO_2, CH_4 ve amonyak azotu üretimini azalttığı, ancak rumen pH'sını artırdığı tespit edilmiştir. Yüksek dozlarda ZEY

yemlerin rumen fermantasyonunu ve sindirimini olumsuz etkilediğinden 200 mg/ L dozun kullanılmasının daha uygun olacağı rapor edilmiştir.

Selçuk ve Kamalak (2022) bitki ekstraktının (biberiye yapraklarından elde edilen) yonca otunun *in vitro* metan üretimine, gerçek sindirim derecesine, taksimat faktörüne, mikrobiyal protein ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliğine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, biberiye ekstraktının yonca otunun incelenen bütün değerleri etkilediğini ifade etmişlerdir. *İn vitro* gaz ve metan üretiminin hem ml, hem de % olarak arttığı, biberiye ekstraktının yonca otunun gerçek sindirim derecesini düşürdüğü, mikrobiyal protein üretimini ve sentezleme etkinliğini azalttığı ve bu verilere göre biberiye ekstraktının incelenen parametreler üzerindeki olumsuz etkisinden dolayı ruminant rasyonlarında kullanımının uygun uygun olmadığı kanaatine varılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmanın yem materyalini Atatürk Üniversitesi Hayvansal Üretim Uygulama ve Araştırma Birimi Sığırcılık Şubesi'nde bulunan sağmal ineklerin beslenmesinde kaba yem kaynağı olarak kullanılan kuru çayır otu (KÇO) oluşturmuştur.

Çalışmada kullanılan karanfil yağı bir ticari firmadan (Aksu Vital Doğal Ürünler Gıda San. Ve Tic. A.Ş) temin edilmiştir. Denemede kullanılan karanfil yağının uçucu yağ bileşimi Tablo 5'de verilmiştir. Karanfil yağının uçucu yağ bileşenleri Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Gıda Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Araştırma Laboratuvar'ında tayin edilmiş ve uçucu yağ bileşiminin tayininde GC-MS/FID analiz metodu kullanılmıştır (Aksu Vital Doğal Ürünler Gıda San. Ve Tic. A.Ş).

Tablo 5. Karanfil Yağının Uçucu Yağ Bileşimi ve Tayini

Yapılan Analiz	**Analiz Metotu**
Uçucu Yağ Bileşimi Tayini	GC-MS/FID

Analiz Sonuçları

No	**Bileşen Adı**	**Bileşen Miktarı (%)**
1	α- cubebene	0,36
2	α- copaene	1,81
3	β- caryophyllene	15,48
4	α- humulene	0,31
5	Caryphyllen oxide	0,47
6	Eugenol	81,57

Denemede kullanılan rumen sıvısı, Erzurum Et ve Balık Kurumunun Etik kurulundan kesim onayı verilmiş 4-6 yaşlarındaki ortalama 420-528 kg canlı ağırlığında olan 3 baş Holstein ırkı büyükbaş hayvanın rumeninden hayvanlar kesilir kesilmez alınmıştır.

Metot

Yem Materyalinin Hazırlanması ve Deneme Gruplarının Oluşturulması

Deneme materyali kuru çayır otu, kurutma dolabında 65 °C'de kurutulup 1 mm elek çapında öğütüldükten sonra kullanılmıştır.

Araştırmada, Atatürk Üniversitesi Hayvansal Üretim Uygulama ve Araştırma Birimi Sığırcılık Şubesi'nde temin edilen kuru çayır otu (KÇO) ve KÇO'na kuru madde üzerinden 0,100, 200 ve 400 ppm düzeylerinde olacak şekilde karanfil yağı ilave edilerek biri kontrol (karanfil yağı ilavesiz) 3'ü muamele grubu olmak üzere toplam 4 deneme grubu oluşturulmuştur. Bu amaçla bir beher içerisine hassas terazide 10 g ağırlığında tartılan kuru çayır otu konulmuş (kontrol grubu hariç) 100, 200 ve 400 ppm düzeyinde karanfil *(Syzgium aromaticum)* yağı eklenmiştir. Her bir yem örneğinin karanfil yağı ile homojen bir şekilde karışması için eterle muamele edilmiş ve bir gün bekletilerek *in vitro* analizlerde kullanılmıştır.

Kuru Çayır Otunun Besin Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Kuru çayır otunun besin madde kompozisyonu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda Weende Analiz yöntemine göre 3 tekerrürlü olarak tespit edilmiştir (AOAC 1990). Yemlerin NDF (nötr deterjanda lif), ADF (asit deterjanda lif) ve ADL (asit deterjanda lignin) içerikleri Van Soest *et al.* (1991)'nın bildirdiği yönteme göre ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazında Zootekni Bölümü Yem Analiz Laboratuvar'ında yapılmıştır. Araştırmada kullanılan KÇO'nun besin madde kompozisyonu Tablo 6'de sunulmuştur.

Tablo 6. Kuru Çayır Otunun Besin Madde Kompozisyonu (%)

Besin Maddeleri	Besin Madde Bileşimi (%)
Kuru Madde	93.83
Ham Kül	7.44
Ham Yağ	2.16
Ham Protein	7.51
NDF	62.43
ADF	33.44
ADL	14.09

NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjan lignin.

Kuru madde (KM) analizi

Kuru çayır otunun su ve kuru madde oranlarını belirlemek için ilk olarak boş olan krozeler etüvde 105^0C'de 1 saat bekletildikten sonra desikatörde 10-15 dakika soğutulup numaralandırılmıştır. Krozelere kuru çayır otu 0,5 g hassas terazide (3 tekerrür) tartılarak 105 ^{0}C'de 24 saat bekletilmiştir (Şekil 6). Etüvden çıkarılan krozeler desikatöre alınıp oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulduktan sonra tartılarak aşağıda belirtilen formülle %KM oranı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

$$\% \text{ KM} = \frac{c-a}{b-a} * 100$$

a: KM kabının darası

b: KM kabı ağırlığı + yem bitkisinin örnek ağırlığı

c: etüvden çıkan kuru madde kabının ağırlığı + yem bitkisinin örnek ağırlığı



Şekil 6. Kuru madde analizinde kullanılan etüv

Ham kül (HK) analizi

Bir mm'lik elekten geçirilerek öğütülmüş olan KÇO (Kuru çayır otu) porselen krozelere 3 tekerrür olacak şekilde 1'er g örnek tartılarak konulduktan sonra sıcaklığı 550 C'ye ayarlanmış kül fırınına yerleştilmiş ve 5 saat süreyle yakılmıştır. Çalışmada kullanılan kül fırını şekil 7'de verilmiştir. Yakma işleminden sonra krozelerin sıcaklığı 100 C'ye düştüğünde maşa vasıtasıyla desikatöre alınarak yeteri kadar soğutma işemi sonrası tartımı yapılarak aşağıdaki verilen formül yardımıyla kuru çayır otunun % HK içeriği tespit edilmiştir (AOAC 1990).

$$\%\text{HK} = \frac{c-a}{b-a} * 100$$

a: krozenin ağırlığı

b: krozenin ağırlığı + örnek miktarı

c: yakılan krozenin ağırlığı + örnek miktarı



Şekil 7. Kül analizinde kullanılan fırın

Ham yağ (HY) analizi

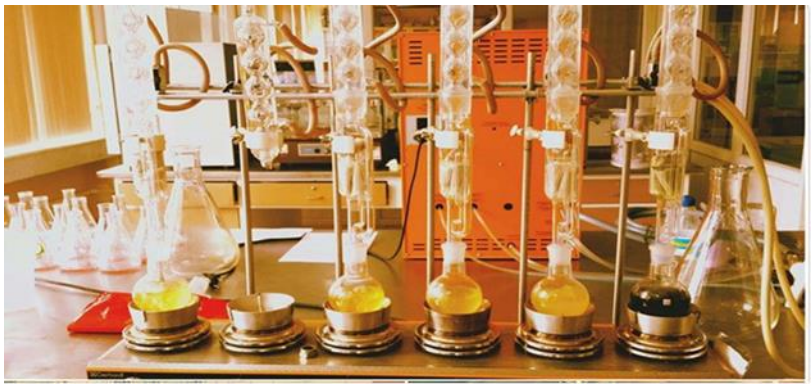
1 mm'lik elekten geçirilen yem örnekleri dietil eter ile muamele edilmiş ve elde edilen ekstrakt ham yağ şeklinde belirlenmiştir. Numuneler önceden hazırlanmış olan etüvde kurutulmuş, numaralandırılmış ve darası alınmış kurutma kağıdından yapılan külahlara 3 tekerür olacak şekilde 1-2 g tartılarak konulmuş 1 gece 95 ºC'de etüvde bekletilmişlerdir. Daha sonra desikatöre alınıp oda sıcaklığına gelince ağırlıkları tartılıp soxleth cihazına yerleştirilmişlerdir. Çalışmada kullanılan soxleth cihazı Şekil 8'de verilmiştir. 130 ml etil eter soxhlet ünitesinin her bir ekstraksiyon kısmına konularak ünitenin bir tam ve bir yarım sifon yapması sağlanmıştır. Soxhlet ünitesinin soğutma suyu ve ısıtıcısı ayarlanmış (8 saat, 60°C 'de) çalıştırıldıktan sonra numuneler düzenekten alınıp 2-4 saat süre zarfında 95°C'de etüvde kurutulmuş ve ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen değerlerden aşağıda belirtilen formül yardımı ile örneklerdeki % HY içerikleri hesaplanmıştır (AOAC 1990).

$$\%\text{HY} = 100 - \left(\frac{B-C}{A-C} * 100\right)$$

A: Örnek + Külah ağırlığı

B: Ekstrakt işleminden sonra etüvde kurutulan örnek +külah ağırlığı

C: Külahların darası



Şekil 8. Yağ analizinde kullanılan Soxhlet cihazı

Ham protein (HP) analizi

Kjeldahl yöntemine göre; %97'lik H_2SO_4 ile yakılan örneklerdeki amonyum sülfata dönüştürülür daha sonra NaOH yardımıyla amonyak elde edilir, işlem sonunda 0,1 N HCl kullanılarak titrasyon yapılır ve amonyakta bulunan azot miktarı hesaplanır (AOAC 1990).

Kurutulup öğütülen kuru çayır otundan 0.2-0.25 g şeklinde tartılıp kjeldahl tüp içerisine alımış ve üzerine 1 adet katalizör tablet (3.5 g K_2SO_4, 0,0035 g Se) ve 10 ml %95-97'lik H_2SO_4 eklemiş yaş yakma ünitesinde şeffaf renk elde edilinceye kadar yakılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra tüpler soğumaya bırakılmış ve daha sonra her tüp için saf su, %40'lık NaOH çözeltisi ve %4 lük borik asit çözeltisi kullanılarak tüp içerinde bulunan amonyum sülfat amonyum borata dönüştürülmüştür. Araştırmada kullanılan yaş yakma ve destilasyon üniteleri Şekil 9'da verilmiştir. Son olarak titrasyon işleminde, erlenmayer içerisinde toplanan süzüntü 0,1 N HCI ile titre edilerek harcanmış olan HCI miktarı tespit edilmiş ve elde edilen değerler aşağıda verilen formülde yerine yazılarak KÇO'nun % HP değeri hesaplanmıştır (AOAC 1990).

% Ham Protein = (G) * (H) * (N) * (eHCL) * (100) / (M) * (1000) * (ep)

G: 14.007 (Azotun atom ağırlığı)

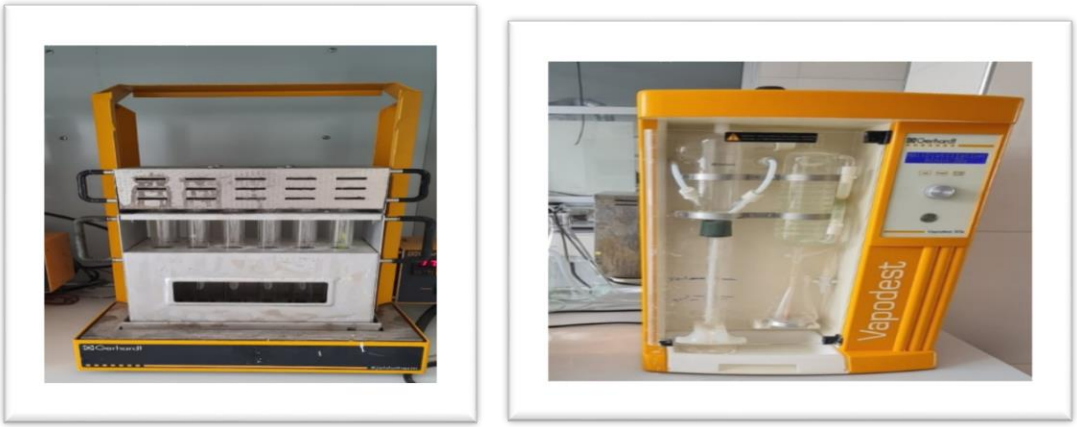
H: kjeldah tüp içerisinde harcanan HCL (ml)

N: HCL'nin normalitesi (0,1)

eHCL: 0.1 N HCI'nin etkeni

M: tartılan yem miktarı

ep: Protein dönüştürme etkeni (6,25)



Şekil 9. Ham protein analizi için kullanılan yaş yakma ve destilasyon cihazı

Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) analizi

Kaba yemlerin bitki yapısındaki selüloz, hemiselüloz, lignin, ligninleşmiş sıcaklıktan zarar görmüş bir kısım protein ve silisyum içeren kısımlar hakkında bilgi veren parametre NDF olarak adlandırılmakta ve kimyasal tayini Van Soest *et al.* (1991)'nin geliştirdiği metodla yapılmaktadır.

NDF tayininde ilk olarak analiz için gerekli olan çözelti hazırlanmıştır. NDF çözeltisi 1800 ml saf suda 120 gr FDN20C kimyasalı ve 20 ml trietilen glikol manyetik karıştırıcılı ısıtıcı ile 50^0C – 75^0C arasındaki sıcaklıkta çözündürülmüş ve 4 ml alfa amilaz ilave edilerek hazırlanmıştır. Darası alınmış ve çözücüye dirençli kalem (ANKOM F08) ile numaralandırılmış ANKOM F57 torbalarına 0.5 g kadar örnek tartılmış ve ağızları cihaz ile mühürlenmiştir. Hazırlanan çözelti ve örnekler cihaz içerisine yerleştirilip ağzı kapatılmış ve 75 dakika boyunca çalkalanarak kaynamaya bırakılmıştır. Şekil 10'da denemede kullanılan ANKOM cihazı verilmiştir. Kaynama sonrası kimyasalın torbadan uzaklaştırılması için iki kere sıcak su ve bir kere de soğuk su cihazın haznesine dökülmüştür. Kimyasaldan arındırılan torbalar beher içerisinde bulunan asetonda 3-5 dakika arasında bekletilip daha sonra 75 °C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi biten torbalar hassas terazide tartılmış ve analiz esnasında elde edilen değerler aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

% NDF = [W3- (W1 x C) x 100] / W2

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: 'Örnek + torba' nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

C: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)



Şekil 10. Denemede kullanılan Ankom cihazı

Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) analizi

Bitkilerde yapısal karbonhidratlar içerisine giren ADF, ruminant rasyonların enerji göstergesi olarak kullanılmakta ve selüloz ile ligninden oluşmaktadır (Tekçe ve Gül 2014). 1 mm elekten geçirilen numunenin yapısındaki ADF miktarı, NDF çözeltisinde çözünmeyen kısımdan hemiselüloz miktarının çıkarılması ile hesaplanır bu değer yemin niteliği hakkında bilgi verir (Kutlu 2008).

Öncelikli olarak analizde kullanıcak çözelti hazırlanmıştır. Her 2 lt çözelti için 40 gr FAD20C kodlu kimyasal 1800 ml saf su ve 54.8 ml derişik sülfirik asit ile manyetik karışıtırıcıda 50°C – 75° arasında sıcaklıkta ısıtılarak çözündürülmüştür. F57 torbalarının daraları alınıp numaralandırılmış ve içlerine öğütülmüş olan yemlerden 0,5-1 g tartılarak konulmuş ağızları mühürleme cihazı ile kapatılmıştır. Torbalar Ankom NDF/ADF Lif analiz cihazının içindeki katlı torba rafının (bag suspenger) içine yerleştirilmişitir. Hazırlanmış olan çözelti cihazın içine boşaltılmış ve ağzı kapalı bir şekilde 60 dakika boyunca çalkalanıp kaynamaya bırakılmıştır. Cihazın haznesine iki kere sıcak bir kerede soğuk su dökülerek kimyasalların torbadan uzuklaşması sağlanmıştır. Daha sonra beher içinde bulunan asetonda 3-5 dakika bekletilmiş ve 75 °C'ye ayarlanmış olan etüvde 2-4 saat kurutmaya bırakılmış, kuruyan torbalar hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen veriler aşağıda gösterilen formülde yerine konularak %ADF değerleri bulunmuştur.

% ADF = [W3- (W1 x C) x 100] / W2

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: 'Örnek + torba' nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

C: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

Asit deterjanda lignin (ADL) analizi

Hesaplanan ADL, ADF'nin derişik H_2SO_4 kimyasalıyla işleme tabi tutulması neticesinde elde edilen hücre duvarı bileşeni olarak adlandırılır (Kutlu 2008).

Kuru çayır otunun ADL miktarları ADF belirlenmesinde kullanılan örneklerden faydalanılarak belirlenmiştir. ADF analizinden sonra kalan torba+ yem örnekleri bir beher içerisinde %72'lik H_2SO_4 ile yarım saat arayla çalkalanmak suretiyle yaklaşık 3 saat tutulmuştur. Sonrasında torbalar pH nötr oluncaya kadar çeşme suyuyla yıkanmış ve 105 ^{0}C'ye ayarlanmış olan etüvde 4 saat kurutularak örnek ve kör için kullanılan torbaların tartımları yapılmıştır. Analiz sonucunda ulaşılan örneklere ait veriler aşağıda verilen formül yardımıyla ADL miktarlarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

% ADL = [W3 – (W1 x C) x 100] / W2

W1: Torbaların darası, g

W2: Örnek ağırlığı, g

W3: 'Örnek + torba' nın kurutulduktan sonraki ağırlığı, g

C: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası), g

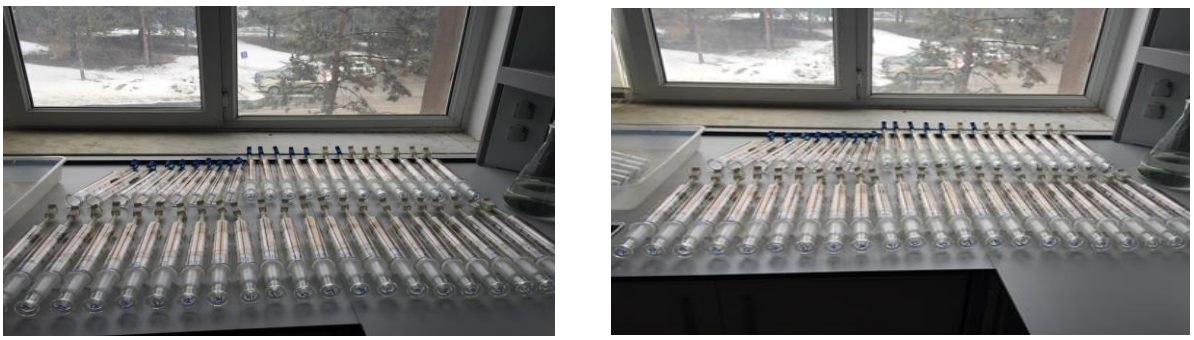
***In Vitro* Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması ve Çözeltilerin Hazırlanması**

Farklı dozlarda (0, 100, 200, 400 ppm) karanfil esansiyel yağ ilaveli kuru çayır otunun 24 saatlik gaz üretim miktarlarının ölçülmesinde Menke ve Steingass (1988)'in bildirdiği *in vitro* gaz üretim (İGÜ) tekniği modifiye edilerek kullanılmıştır.

İGÜ tekniğinin uygulanmasında ilavesiz (kontrol) ve eterle birlikte 100, 200, 400 ppm karanfil esansiyel yağı ilave edilerek bir gece bekletilen KÇO örneklerinin (Şekil 11) 24 saatlik gaz üretimini ölçebilmek için uçlarında silikon hortum ve kıskaç bulunan özel şırıngalar kullanılmıştır (Şekil 12).



Şekil 11. *In vitro* gaz üretim tekniğinde yemlerin tartılması ve hazırlanması.



Şekil 12. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan cam şırıngalar.

100 ml hacimli özel cam şırıngalara 3 paralel olacak şekilde yaklaşık 0.5 g numune tartılarak 12 adet olarak hazırlanmış ve numaralandırılmışlardır. Cam şırıngaların pistonlarına uçtan 3 parmak son kısmından da 2 parmak temiz kalacak şekilde vazelin sürülmüş içlerinde örnek bulunan cam şırıngalara 40 ml çizgisine kadar itilip silikon hortumlu ucu klips vasıtasıyla kapatılmıştır. Analizde kullanılacak şırınga sayısına göre, yapay tükürük hazırlanmıştır (Şekil 13).



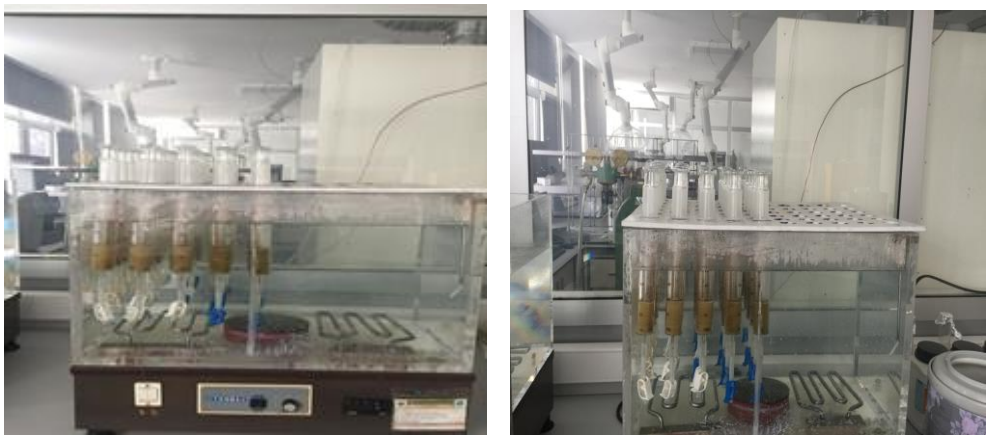
Şekil 132. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan yapay tükürüğün hazırlanışı.

Erzurum Et ve Balık Kurumunun Etik kurulundan kesim onayı verilmiş 4-6 yaş aralığında 420-528 kg canlı ağırlığında olan 3 baş Holstein ırkı büyükbaş hayvanların rumenlerinden hayvanlar kesilir kesilmez alınan rumen sıvısı termosa konulmuş laboratuvara getirilmiştir. Hazırlanan yapay tükrük sıvısının üzerine kesimhaneden gelen rumen sıvısı 4 katlı tülbentten CO_2 eşliğinde süzülerek analizde kullanılmıştır (Şekil 14).



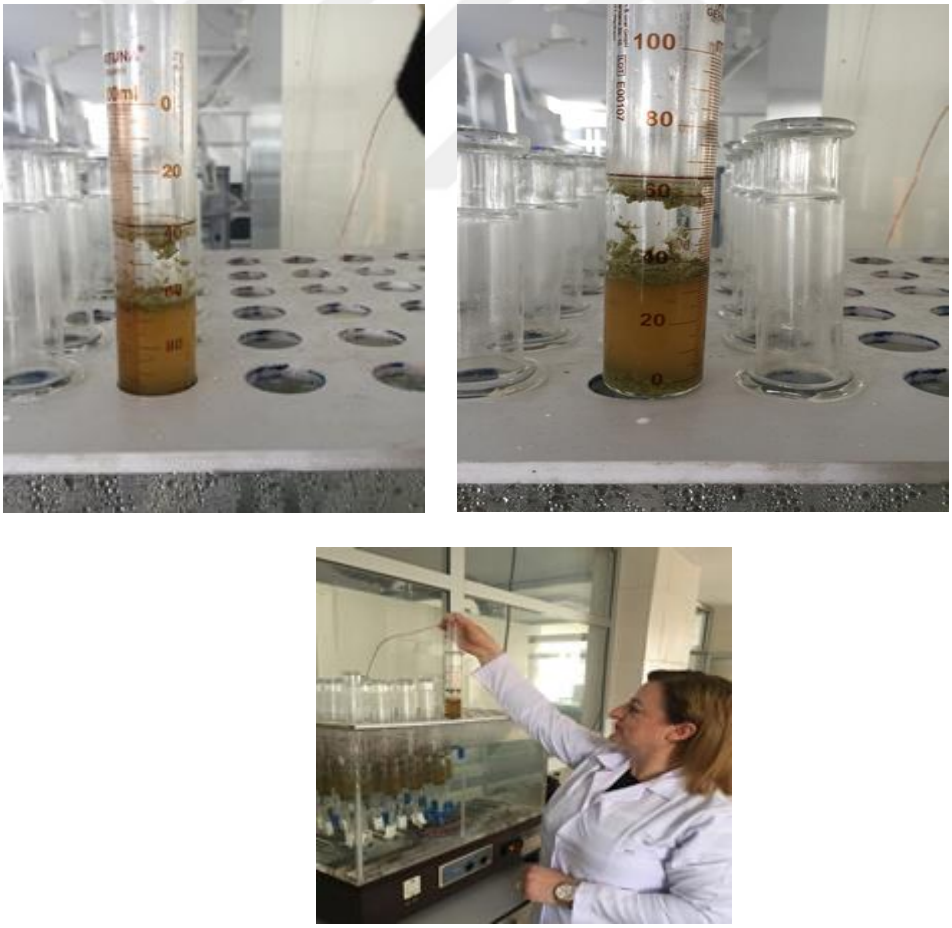
Şekil 14. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan yapay tükürük ile rumen sıvısının karıştırılması.

Tamponlanmış rumen sıvısı (10 ml rumen sıvısı + 20 ml yapay tükrük çözeltisi) her cam şırıngaya 40 ml çözelti gelecek şekilde büret yardımıyla konulduktan sonra 39^0C sabit sıcaklıkta bulunan su banyosunda 24 saat süreyle inkubasyona bırakılmıştır (Şekil 15).



Şekil 153. Yem örneklerinin inkübasyon aşaması

İnkübasyonun sonunda şırıngalar içerisinde oluşan gaz değerleri şırıngalar üzerindeki skalalardan okunarak kaydedilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. İnkübasyon sonrası şırıngalarda gaz oluşumu

Yem örnekleriyle beraber üç tekerrürlü olacak şekilde kör (sadece tamponlanmış rumen sıvısı) ve yonca standartı da inkübasyona tabi tutulmuştur. Kör denemeden elde edilen

gaz değerleri yem grupları için saptanan gaz ölçümlerinden çıkarılarak yem örneklerinden elde edilen net toplam gaz miktarları belirlenmiş ve yonca standartına göre düzeltme kat sayısı kullanılmıştır.

Qrskov McDonald (1979)'ın geliştirdiği $Y=a+b\ (1-e^{-c\ t})$ modeline göre Neway bilgisayar programından yararlanılarak gaz miktarları hesaplanmıştır.

y: t süresince üretilen gaz miktarı

a: Hemen çözülebilen fraksiyonlar gaz miktarı, ml

b: Çözünemeyen fraksiyonlar gaz üretim miktarı, ml

c: Gaz üretim hızı

a+b: Potansiyel gaz üretimi, ml

t: İnkübasyon süresi, saat (s)

Yapay Tükürük Çözeltisinin Hazırlanması

Yapay tükürüğün hazırlamasında kullanılan çözeltilerin kimyasal yapıları ve miktarları Tablo 7'da verilmiştir.

Tablo 7. Yapay Tükürük Çözeltisi Hazırlamak İçin Kullanılan Çözeltilerin Kimyasal Yapısı ve Kullanılan Miktarları.

Kimyasal Malzemeler	**Makro Mineral çözeltisi, (g/L)**	**Mikro mineral çözeltisi, (g/100) mL)**	**Tampon Çözeltisi, (g/L)**	**Resazurin çözeltisi. (g/100 mL)**
Na_2HPO_4	5.7	--	--	--
KH_2PO_4	6.2	--	--	--
$MgSO_4.7H_2O$	0.6	--	--	--
$CaCl_2.2H_2O$	--	13.2	--	--
$MnCl_2.4H_2O$	--	10.0	--	--
$CoCl_2.6H_2O$	--	1.0	--	--
$FeCl_2.\ 6H_2O$	--	0.8	--	--
$NaHCO_3$	--	--	35.0	--
$(NH_4)HCO_3$	--	--	4.0	--
$C_{12}H_6O_4Na$	--	--	--	0.1

Na_2HPO_4 : Disodyum fosfat, KH_2PO_4 : Mono potasyum fosfat, $MgSO_4.7H_2O$: Magnezyum sülfat heptahidrat, $CaCl_2.2H_2O$: Kalsiyum klorür dihidrat, $MnCl_2.4H_2O$: Magnezyum klorür tetrahidrat, $CoCl_2.6H_2O$: Kobalt diklorür hekzahidrat, $FeCl_2.\ 6H_2O$: Demir klorür hekzahidrat, $NaHCO_3$: Sodyum bikarbonat, $(NH_4)HCO_3$: Amonyum bikarbonat, $C_{12}H_6O_4Na$: Resazurin

Makro Mineral Çözeltisi

5.7 g Na_2HPO_4 + 6.2 g KH_2PO_4 + 0.6 g $MgSO_4.7H_2O$ 1 lt. saf suda çözündürülerek çözeltinin pH'sı 6.8 olacak şekilde ayarlanmıştır.

Mikro Mineral Çözeltisi

13.2 g $CaCl_2.2H_2O$ + 10.0 g $MnCl_24H_2O$ + 1.0 g $CoCl_2.6H_2O$ + 0.8 g $FeCl_2.6H_2O$ olarak hazırlana karışım100 ml saf su kullanılarakçözündürülmüştür.

Tampon Çözeltisi

35 g $NaHCO_3$ + 4 g $(NH_4)HCO_3$1 lt. saf suda çözündürülmüştür.

Resazurin Çözeltisi

100 mg Resazurin 100 ml saf suda çözündürülerek resazurin çözeltisi hazırlanmıştır.

Redüksiyon Çözeltisi

2 ml 1.0 N (Normal) NAOH + 285 mg $Na_2S.H_2O$+47.5 ml saf su içerisinde çözündürülmüştür. Bu çözelti rumen sıvısı alınmadan önce hazırlanmış ve taze olarak kullanılmıştır. Hazırlanan çözeltilerin miktarı ve sırası aşağıda sunulmuştur.

Rumen sıvısı ile çözeltinin karışımının gerçekleşmesi için 2000 ml'lik geniş ağızlı balon kullanılmıştır.

474 ml saf su

0.12 ml mikro mineral çözeltisi

237 ml tampon çözeltisi

237 ml makro mineral çözeltisi

1.22 ml resazurin çözeltisi

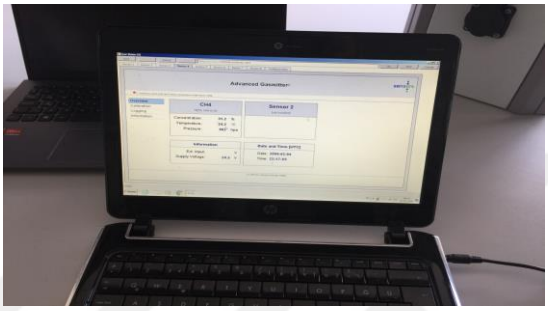
47.5 ml. redüksiyon çözeltisi

***In vitro* metan miktarının belirlenmesi**

Metan üretimini belirlemek için infrared metan analizörü (Sensor Europa GmbH, Erkratlı, Germany model) kullanılmıştır (Goel *et al.* 2008). 24 saatlik *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenen toplam gaz miktarları okunduktan sonra, enjektörlerdeki gaz özel bir boru yardımıyla (plastik enjektör) metan analizörüne alınarak ölçümü yapılmıştır (Şekil 17) (Şekil 18).



Şekil 17. Şırıngalardan alınan gazın bilgisayar destekli metan gazı ölçüm cihazına enjekte edilmesi



Şekil 18. Metan gazı ölçümünün ekrandan okunması

Metabolik Enerji (ME), Net Enerji Laktasyon (NE_L) ve Organik Madde Sindirim Derecesinin Belirlenmesi

Kuru çayır otu örneklerinin metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon değerleri **(**$NE_{L)}$ ve organik madde sindirebilirlik (OMS) değerleri yem örneklerinin kuru maddede % HP, HY ve HK içerikleri ile 24 saatlik İGÜ değerleri (200 mg / kg KM) dikkate alınarak aşağıdaki formüller yardımıyla belirlenmiştir (Menke and Steingass 1988).

ME, MJ/kg KM = 2.20 + 0.1357 x GÜ + 0.057 x HP + 0.002839 x HY x HY

NE_L (MJ/kg KM) = 0.54 + 0.0959 x GÜ + 0.0038 x HP + 0.0001733 X HY x HY

OMS (%) = 14.88+(0.8893 X GÜ) + (0.448 X HP) + (0.651X HK)

OMS: Organik madde sindirimi,

ME: Metabolik enerji,

NE_L: Net enerji laktasyon.

GÜ: 200 mg kg/KM yem örneğinin 24 saatlik net *in vitro* gaz üretimi ml

HP: Yemin ham protein içeriği (%, KM)

HY: Yemin ham yağ içeriği (%, KM)

HK: Yemin ham kül içeriği (%, KM)

Rumen Sıvısında Toplam Uçucu Yağ Asitleri (TUYA) Miktarının Belirlenmesi

In vitro gaz üretim tekniğinde kullanılan rumen sıvısından, gaz üretim tekniğinde kullanılmadan hemen önce 10 ml alınarak 3000 rpm'de 10 dakikalık santrifüj edilmiş, üstte kalan kısımdan 2 ml alınıp $MgSO_4$ ile doygun hale getirilerek 10 N'lik H_2SO_4 çözeltisinden 2 ml ilave edilmiş ve Markham Buhar Distilasyon düzeneğine yerleştirilmiştir. 50 ml destilat erlen içerisine toplanıp üzerine 1 g fenoil fitaleinin 60 ml %99'luk alkol ile 40 ml saf su karışımından elde edilmiş %1'lik fenol fitalein indikatöründen damlatılmıştır. Daha sonra 0.002 N NaOH ile pembe renk oluncaya kadar dijital büret kullanılarak titre edilmiş ve harcanan NaOH miktarı belirlenmiştir. Kör deneme içinde aynı işlemler yapılmıştır. Numunelere ait TUYA miktarları mmol/lt cinsinden aşağıda verilen şekliyle hesaplanmıştır.

Örnek için oluşturulan 0.002 N NaOH miktarı 1 ml 0.002 N NaOH 20 mol (=0.02mmol) UYA'ne denk varsayıma göre, 20 mol UYA, 1 ml 0.002N NaOH'a bölünmüş ve (3) elde edilen değerlerin çarpımıyla (1x2x3) toplam UYA miktarı bulunmuştur.

Rumen Sıvısında pH ve NH_3-N İçeriğinin Belirlenmesi

Rumen sıvısının pH'sı, *in vitro* ortamda rumen sıvısıyla 24 saat inkübasyonu sonucunda cam şırıngalar içinde kalan yem örneklerinde pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

Rumen sıvısı gaz üretim tekniğinde kullanılmadan hemen önce 50 ml'lik behere 10 ml alınarak amonyak azot içeriği belirlenmiştir. Beher içine 4-5 damla olacak şekilde %98'lik sülfirik asit eklenerek çalkalanmıştır. Bu şekilde 2 saat laboratuvarda beklemeye alınmıştır. 2 saatin sonuda 4000 rpm'de yaklaşık 10 dk santrifüj edilerek üst kısımda oluşan berrak kısımdan 2 ml alınmıştır. Bunun üzerine %40'lık NaOH ilave edilerek Markham steam distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Ünitenin diğer ucuna %2'lik borik asit ilave edilmiş (5ml) erlen takılarak 50 ml destilat elde edilmiştir. Bu destilatın üzerine 0.25 g metil kırmızısı ile hazır hale getirilen indikatörden 3 damla ilave edilerek 1/70 normallik H_2SO_4 ile titre edilerek sonunda harcanan H_2SO_4 miktarı belirlenmiştir ve aşağıda belirtilen formülle NH_3-N azotu miktarı saptanmıştır.

NH_3 Azot Konsantrasyonu (mg/dL): Ax0.2x1000/B

A: Titrasyonda harcanan asit miktarı (ml)- kör deneme için harcanan asit miktarı

B: Kullanılan rumen sıvısı miktarı

Gerçek Sindirilebilir Kuru Madde (GSKM), Gerçek Sindirim Derecesi (GSD), Taksimat Faktörü (TF), Mikrobiyal Protein Üretimi (MPÜ) ve Mikrobiyal Partikül Sentezleme Etkinliği (MPSE) Değerlerinin Belirlenmesi

Gerçek sindirim derecesi (% GSD), taksimat faktör (TF mg/ml), mikrobiyal protein (MP mg), mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (% MPSE), gerçek sindirilen kuru madde miktarını (GSKM mg) belirlemek için 100 ml'lik şırıngalara yem örneklerinden 500 mg tartılarak *in vitro* gaz üretim tekniğinin aynısı uygulanmıştır.

İnkübasyonun 24'üncü saatinde üretilen toplam gaz miktarı tespit edildikten sonra, tüpler içerisinde kalan yem örnekleri ve tamponlanmış rumen sıvısı 250 ml'lik beherlerin içerisine koyularak üzerlerine hazırlanan 70 ml NDF çözeltisi ilave edildikten sonra beherler ısıtıcı üzerinde 1 saat boyunca kaynatılmıştır. Kaynatma işleminden sonra örneklerin daraları alınarak por numarası 1 olan gooch cam krozelerde su trombu vasıtasıyla süzülerek etüvde 75°C'de 3-4 saat bekletilmiştir. İşlem sonrasında etüv içerisinden alınan krozeler oda sıcaklığına ulaşana kadar desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartılarak aşağıda belirtilen formüle göre GSKM miktarı ve diğer parametreler hesaplanmıştır. (Blummel *et al.*1997).

GSKM (mg) = Başlangıçtaki KM (mg)-Süzmeden kalan KM (mg)

Mikrobiyal Protein Üretimi (MPÜ) =(GSKM- (2,2* net gaz))

Taksimat Faktörü (TF) = GSKM(24 saat) / Gaz Üretimi (24 saat)

MPSE= [GSKM – (2.2 x Gaz Üretimi(24 saat) / GSKM)] x 100

GSD (%) = [Başlangıçtaki KM (mg)-Süzmeden kalan KM (mg)/ Başlangıçtaki KM (mg)] x 100

İstatistik Analizler

Araştırmada *in vitro* gaz üretim tekniğiyle belirlenen gaz ve metan üretimi ile yemlerin değerliliği, sindirilebilirlikleri ve bazı rumen parametleriyle ilgili olarak elde edilen verilerin varyans analizleri (Genel Linear Model prosedürü ile) SPSS 20.0 paket programı uygulanarak yapılmıştır. Grupların ortalamaları arasındaki farklar çoklu karşılaştırma testi (Duncan 1955) ile tespit edilmiştir. Karanfil yağının artan seviyesinin etkisini belirlemek için polinomiyal analiz uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Kuru çayır otu (KÇO)'na 0,100, 200 ve 400 ppm seviyelerinde karanfil yağı (KY) ilavesinin İG ve metan üretimi ile yemlerin değerliliği, sindirilebilirlikleri ve bazı rumen parametleri üzerine etkilerinin tespiti amacıyla yapılan denemeden elde edilen bulgular tek tek tartışılarak aşağıda sunulmuştur.

Deneme Gruplarının *In Vitro* Gaz (İG) ve Metan (CH_4) Üretimi ile Tahminlenen Parametre Değerleri

Yapılan çalışmalarda 24 saatlik İGÜ miktarlarından faydalanarak yemlere ait bazı parametrelerin (metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS)) hesaplanabildiği rapor edilmiştir (Menke *et al.* 1979; Menke and Steingass 1988).

Kuru çayır otu (KÇO)'na değişik oranlarda (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı (KY) ilave edilerek oluşturulan gruplara ait 24 saatlik ortalama İG ve CH_4 üretimi ile tahminlenen performans parametrelerine ait (ME, NE_L, OMS) değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Deneme Gruplarına Ait *In Vitro* Gaz ve Metan Üretimi ile Tahminlenen Parametre Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları

YEMLER	İGÜ	Metan (ml)	Metan (%)	ME (Mj/kg KM)	NE_L (Mj/kg KM)	OMS (%)
K0	28,80^{a}	4,90^{a}	17,01^{a}	6,55^{ab}	3,31^{a}	48,67^{a}
K1	30,44^{a}	5,19^{a}	17,05^{a}	6,77^{a}	3,48^{a}	50,14^{a}
K2	27,81^{a}	4,54^{ab}	16,32^{ab}	6,42^{ab}	3,24^{ab}	47,80^{a}
K3	24,36^{b}	3,86^{b}	15,83^{b}	5,95^{b}	2,98^{b}	44,72^{b}
SEM	1,02	0,56	0,28	0,13	0,09	0,91
P	0,02	0,01	0,04	0,04	0,03	0,02
Polinomiyal Analiz						
Linear	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Quadratik	0,04	0,06	0,37	0,05	0,05	0,04
Kübik	0,47	0,38	0,43	0,37	0,38	0,47

a,b: Aynı sütunda bulunan farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05), İGÜ: 24 saatlik in vitro gaz üretimi (ml/0.5 gr KM), ME: Metabik enerji, NE_L: Net enerji laktasyon, OMS: Organik madde sindirilebilirliği, SEM: Ortalamaların standart hatası, K0: Karanfil yağ içermeyen kuru çayır otu, K1: 100 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu, K2: 200 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu, K3: 400 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu.

Deneme gruplarına ait 24 saatlik İGÜ değerleri bakımından farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). K0, K1 ve K2 gruplarına ait 24 saatlik İGÜ değerleri (sırasıyla 28,80;

30,44; 27,81 ml) benzer olurken, K3 grubundan elde edilen değer (24,36 ml) daha düşük bulunmuştur (P<0.05). Kuru çayır otuna 100 ppm karanfil yağı ilavesi ile oluşan gaz üretim değerinde kontrol grubuna göre %5,71'lik bir artış sağlanırken, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesi ile sırasıyla % 3,43 ve % 15,43 oranında bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 8). Polinomiyal analiz sonuçlarına göre KÇO'na artan seviyelerde karanfil yağı ilavesi İGÜ değerini quadratik olarak etkilemiştir (P<0.05). Rumen sıvısına karafil yağ ilavesinin 24 saatlik inkübasyon sonunda üretilen toplam gaz seviyesini azalttığı bildirilmektedir (Patra and Yu 2012). Başka bir çalışmada da (Kamalak vd 2011b) yonca otuna 200 mg/l seviyesinde timol etken maddesi ilavesinin İGÜ değerini %22.77 oranında azalttığı bildirilmektedir. Yapılan bir çok çalışmada, esansiyel yağların antimikrobiyal özelliklerinden dolayı İGÜ miktarında düşüşe sebep olduğu ifade edilmiştir (Canbolat vd 2011; Kamalak vd 2011a; Patra and Yu 2012; Uzatıcı ve Canbolat 2019). Karanfil yağının antimikrobiyal özelliğinin içeriğindeki fenolik bir bileşik olan eugenol'dan ileri geldiği rapor edilmiştir (Koptaget 2019). Mevcut çalışmada, kuru çayır otuna karanfil yağı ilavesinin İGÜ'inde düşüşe sebep olması, sahip olduğu etken madde eugenolün (%81,57) antimikrobiyal etki göstermesinden kaynaklanmış olabilir.

In vitro gaz üretim tekniği kullanılarak yapılan 24 saatlik fermantasyon sonucu açığa çıkan metan gazı üretim (ml) değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.05). Kuru çayır otuna değişik seviylerde karanfil yağı ilavesi ile oluşan metan gazı üretim değerleri en yüksek K1 deneme grubunda (5,19 ml) meydana gelmiştir. K1 grubunu sırasıyla K0 (4,90 ml) ve K2 grubu (4,54 ml) takip etmiştir. Söz konusu guruplar arasındaki farklılık önemli olmamıştır (Tablo 8). KÇO'ya 400 ppm'lik karanfil yağı ilavesiyle oluşan en düşük metan gazı miktarı (3,86 ml) K3 grubunda tespit edilmiş olup, K0 ile K1 deneme grubuna göre farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Kuru çayır otuna 100 ppm karanfil yağı ilavesi ile oluşan metan gazı üretim miktarında kontrol grubuna göre %6,04 oranında bir artış sağlanırken, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesi sırasıyla % 7,35 ve % 21,22'lik bir azalmaya neden olmuştur. KÇO'ya 100, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesinin etkilerini ölçmek için yapılan polinomiyal analiz sonuçları incelendiğinde artan seviyede karanfil yağı ilavesi metan üretimini (ml) linear olarak azalttığı saptanmıştır (P<0.01). Mevcut çalışmayla benzer tekniklerin kullanıldığı bir çalışmada, rumen sıvısına artan seviyelerde (0, 0.33, 1.0 ve 2.0 µl/ml) nane yağı ilavesinin metan oluşumunu (sırasıyla %19.9, 46.0 ve 75.6) azalttığı bildirilmiştir (Agarwal *et al.* 2009).

Deneme grupları arasında metan (%) üretim değerleri bakımından farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). K0, K1 ve K2 gruplarına ait metan (%) değerleri (sırasıyla % 17,01;

17.05 ve 16.32) benzer bulunurken, K3 grubundan elde edilen değer (% 15.83) daha düşük tespit edilmiştir. Kuru çayır otuna 100 ppm karanfil yağı ilavesi ile oluşan metan üretim (%) değerlerinde kontrol grubuna göre %0,24 oranında bir artış gözlenirken, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesiyle metan gazı üretiminde sırasıyla % 4,06 ve % 6,94 oranında bir azalma görülmüştür. Yapılan polinomiyal analiz sonuçlarına göre artan seviyede karanfil yağının KÇO'ya ilavesinin metan oranını (%) linear olarak azalttığı belirlenmiştir ($P<0.01$). Yapılan benzer çalışmalarda, rumen sıvısına 0, 0,25, 0,50, ve 1 g/L düzeylerinde karanfil, nane, okaliptüs, origanium ve sarımsak yağının (Patra and Yu 2012); 400 ve 500 mg lt^{-1} düzeyinde karanfil yağının (Chaves *et al.* 2008) ve 300 ml /l karanfil yağının (Canbolat 2012) ilavesinin rumen metan gazı üretimini azaltığı bildirilmektedir. Bitki ekstraktlarının rumen metan üretimini azaltma yoluyla yem enerjisinden daha fazla yararlanma sağladığı belirtilmektedir (Busquet vd 2006; Evans and Martin 2000). Yemlerin rumen fermantasyonu sonucu oluşan uçucu yağ asitleri ve hidrojen iyonları metanojenik bakteriler tarafından kullanılarak karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) gazı açığa çıkarmaktadırlar (Busquet *et al.* 2006; Benchaar and Greathead 2011). Rumendeki diğer bir kısım bakteriler gibi bu metajenik bakteriler de esansiyel yağların antimikrobiyal özelliklerinden etkilenmekte ve rumende UYA ile birlikte CO_2 ve CH_4 gazı üretimini düşürmektedirler (Patra 2011; Bencheaar and Greather 2011).

Ruminant hayvanların beslenmesinde CO_2 ve CH_4 gazı üretiminin azaltılması büyük önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar yem ile alınan enerjinin %2-12'sinin CH_4 gazı şeklinde kayıp olduğunu rapor etmişlerdir (Arslan ve Çelebi 2017; Gül vd 2017). Ayrıca metanın küresel ısınmaya sebep olduğu ortaya konmuştur (Benchaar and Greathead 2011). Esansiyel yağların metan gazı üretimini azaltmaları nedeniyle ruminant kaynaklı sera gazı etkisinin azaltılması bakımından önemli olduğu söylenebilir. Bitki ikincil metabolitlerinin metanojenlere karşı direk etki ettikleri gibi protozoa ile ilişkili metanojenezin azalmasına da sebep oldukları ayrıca karanfil yağının yem sindirilebilirliği ve protozoal popülasyondaki bir azalma aracılığıyla rumende metanojenlerin azalması ile antimetanojenik etki gösterdiği bildirilmiştir (Patra *et al.* 2010).

KÇO'na 0, 100, 200 ve 400 ppm seviyelerinde karanfil yağı ilave edilerek oluşturulan deneme grupları arasında metabolik enerji (ME) değerleri bakımından fark önemli tespit edilmiştir ($P<0.05$). Metabolik enerji değerleri bakımından kontrol grubu ile farklı miktarlarda karanfil yağı ilave edilen deneme grupları arasında farklılık istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, yalnızca K1 (6,77 MJ/kg KM) ve K3 (5,95 MJ/kg KM) deneme grupları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kuru çayır otuna farklı dozlarda karanfil

yağı ilave edilerek oluşturulan gruplarda metabolik enerji düzeyi en yüksek K1 (6.77 MJ/kg KM) en düşük K3 grubunda (5,95 MJ/kg KM) tespit edilmiştir (P<0.05). Karanfil yağı dozlarının metabolik enerji düzeyi üzerine etkisini belirlemek için yapılan polinomiyal analizde quadratik etki önemli bulunmuştur. KÇO'na 100 ppm seviyesinde ilavenin ME'yi artırdığı, 400 ppm seviyesinin ise azalttığı belirlenmiştir. Kuru çayır otuna 100 ppm karanfil yağı ilavesi ile oluşan ME değerinde kontrol grubuna göre %3,79 oranında bir artış sağlanırken, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesi sırasıyla % 1,21 ve % 6,67 oranında bir azalmaya neden olmuştur. Yapılan birçok çalışmada esansiyel yağ çeşidine göre değişsede, ME içeriğindeki düşüş miktarı rumen fermantasyonunun sınırlanmasıyla gerçekleştiği bildirilmiştir (Benchaar *et al.* 2007; Calsmiglia *et al.* 2007; Garcia *et al.* 2007; Benchaar and Greathead 2011; Canbolat vd 2011).

İlçim vd (1998) liken, mersin ve karanfil bitki ekstraktlarının bazı bakterilerin (*B. megaterium, B.subtilis, B. brevis, E. coli, K. pneumoniae, E. aerogenes, P. aeruginosa, S. aureus ve L. Monocytogenes)* gelisimlerini engelledigini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda (McIntosh *et al.* 2003; Benchaar and Greather 2011) esansiyel yağların kullanımı sonucu rumende UYA üretimindeki düşüş ile birlikte sellülolitik enzim aktivitesi ve yemlerin sindiriminin de düştüğü rapor edilmiştir. Esansiyel yağların antimikrobiyal etki göstererek gaz üretimini düşürmek suretiyle ME içeriğini azaltıcı yönde etkilediği bulgusu (Agarwal et al.,2009 ; Benchaar and Greathead, 2011) mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir. Yapılan bir çalışmada (Canbolat 2012) rumen sıvısına 300 mg/ lt farklı esansiyel yağların (kekik, nane, portakal, karanfil ve tarçın) ilavesinin mevcut çalışma ile benzer olarak metabolik enerji (ME) değerini düşürdüğü ifade edilmiştir. Benzer olarak, Curabay vd (2020) farklı esansiyel yağların (sarımsak, nane, kekik ve portakal) yoncanın metabolik enerji (ME) düzeyini düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Farklı seviyelerde karanfil yağının KÇO'ya ilavesi ile elde edilen verilerden hesaplanan NE_L (Net Enerji Laktasyon) değerinin deneme gruplarında önemli şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. (P<0.05). NE_L değeri en yüksek K1 (3,48 Mj/kg KM) grubunda görülürken, K0 ve K2 değerleri (sırasıyla 3,31; 3,24 Mj/kg KM) K1 grubuyla benzerlik göstermiştir. K3 grubu en düşük değeri (2,98 Mj/kg KM) gösterdiği ve K0 ile K1 deneme gruplarına göre daha düşük NE_L değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Polinomial analiz sonuçlarına göre artan seviyede karanfil yağı ilavesi NE_L seviyesini quadratik olarak etkilediği belirlenmiş (P<0.05) olup karanfil yağının 100 ppm seviyesi NE_L değerini artırırken 200 ppm seviyesi düşürmekle birlikte en düşük değer 400 ppm karanfil yağı ilave edilen grupta görülmüştür. Kuru çayır otuna 100 ppm karanfil yağı ilavesi ile oluşan NE_L

değerlerinde kontrol grubuna göre %5,14 oranında bir artış gözlenirken, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesi sırasıyla % 2,11 ve % 9,97 oranında bir azalmaya neden olmuştur.

NE_L değerinin, kullanılan karanfil yağı ilavesi ile düşmesinin sebebinin esansiyel yağların rumende bulunan mikroorganizmaların mevcut faaliyetlerini azaltması ve sonuç olarak rumen fermantasyonunun baskılanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar yapılan diğer çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği ve bulguların desteklendiği görülmektedir (Benchaar *et al.* 2007a; Calsamiglia *et al.* 2007; Garcia *et al.* 2007; Benchaar and Greathead 2011; Canbolat vd 2011).

Kuru çayır otuna 0, 100, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesinin organik madde sindirilebilirlik (OMS) değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). OMS düzeyleri % 44.72 ile %50.14 arasında değişmiştir. Deneme grupları içerisinde en yüksek OMS değeri KÇO'ya 100 ppm'lik karanfil yağı ilavesiyle oluşturulan K1 grubunda (%50.14), en düşük OMS değeri ise 400 ppm karanfil yağı ilaveli K3 grubunda (% 44.72) tespit edilmiştir ($P<0.05$). Karanfil yağı ilave edilmeyen KO grubu (%48.67), 200 ppm karanfil yağı ilaveli K2 grubu (% 47.80) ve K1 grubunun benzer etki gösterdiği saptanmıştır (Tablo 8). Kuru çayır otuna 100 ppm karanfil yağı ilavesi OMS değerinde kontrol grubuna göre %3,02 oranında bir artış, 200 ve 400 ppm karanfil yağı ilavesi ise sırasıyla % 1,79 ve % 8,12 oranında bir azalış meydana getirmiştir. Polinomiyal analiz sonuçlarına göre artan seviyede karanfil yağı ilavesi organik madde sindirilebilirlik değerini quadratik olarak etkilemiştir ($P<0.01$).

Karanfil yağı dozunun artmasıyla daha düşük gaz üretimi (Tablo 8) daha düşük organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji düzeyine sebep olmuştur. Mevcut çalışma ile benzer olarak, Curabay vd (2020) rumen sıvısına artan dozlarda sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı ilavesinin OMS'yi düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalar esansiyel yağ çeşidine bağlı olarak organik madde sindirimi ve metabolik enerji içeriğindeki düşüşe rumen fermantasyonunun sınırlandırılmasını sebep olarak göstermişlerdir (Benchaar et al. 2007; Calsamigla et al. 2007; Garcia et al. 2007; Benchaar and Greathed, 2011; Canbolat vd 2011).

Deneme Gruplarının *In Vitro* Sindirim Parametreleri

Yemin ne kadarının uçucu yağ asiti ve gaza dönüştüğü gaz ölçümleri, ne kadarının mikrobiyal proteine, gaza ve uçucu yağ asitlerine dönüştüğü sindirilebilirlik ölçümleri ile belirlenmektedir (Cengiz ve Kamalak 2020).

Kuru çayır otuna (KÇO) farklı seviyelerde (0, 100, 200, 400 ppm) katılan karanfil yağı ile oluşturulan deneme gruplarına ait ortalama gerçek sindirilen kuru madde (GSKM), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein üretimi (MPÜ), mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) ve gerçek sindirim derecesi (GSD) değerleri ve varyans analiz sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Karanfil Yağı Gruplarına Ait Ortalam *In Vitro* Sindirim Parametre Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları

YEMLER	GSKM(mg)	TF	MPÜ(mg)	MPSE	GSD(%)
K0	222,33^{a}	3,81	94,00	42,07	44,02^{a}
K1	218,67^{ab}	3,55	83,00	37,94	43,01^{ab}
K2	180,67^{c}	3,24	56,73	38,21	35,68^{c}
K3	189,33^{bc}	3,84	80,80	42,67	37,44^{bc}
SEM	9,20	0,21	10,49	2,00	1,77
P	0,03	0,23	0,16	0,27	0,03
Polinomiyal Analiz					
Linear	0,01	0,82	0,198	0,82	0,01
Quadratik	0,522	0,074	0,133	0,064	0,457
Kübik	0,085	0,342	0,199	0,983	0,087

a,b,c:Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05), GSKM: Gerçek sindirilen kuru madde, TF: Taksimat faktörü, MPÜ: Mikrobiyal protein üretimi, MPSE: Mikrobiyal protein sentez etkinliği GSD: Gerçek sindirim derecesi (%) SEM: Ortalamaların standart hatası, K0: Karanfil yağ içermeyen kuru çayır otu, K1: 100 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu, K2: 200 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu, K3: 400 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu

Gerçek sindirilen kuru madde (GSKM) değerleri bakımından gruplar arası farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). Deneme grupları arasında en yüksek gerçek sindirilen kuru madde değeri 222,33 mg ile K0 grubunda saptanırken, en düşük K2 değer (180,67 mg) grubunda tespit edilmiştir (P<0.05). KÇO'ya değişik seviyelerde (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı ilave edilerek yapılan çalışmada seviyenin etkisini belirlemek için yapılan polinomiyal analizde artan seviyelerin gerçek sindirilen kuru madde miktarını linear olarak azalttığı saptanmıştır.

Kuru çayır otuna ilave edilen karanfil yağının TF ve MPÜ ile MPSE üzerine etki yapmadığı belirlenmiştir (P>0.05) . TF değeri mikrobiyal proteinin sentezleme etkinliğini belirleyen önemli bir kriter olduğu ve ruminant beslemede kullanılan yemlerin teorik PF değerlerinin 2.75 - 4.41 arasında olacağı ifade edilmiştir (Blümmel *et al.* 1997; Blümmel ve Lebzien 2001). Yapılan bir çalışmada rumen sıvısına biberiye ekstraktı ilavesi TF, MPÜ ve MPSE parametrelerini önemli derecede azalttığı (Selçuk ve Kamalak 2022), benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada ise rumen sıvısına çeşitli seviyelerde (0, 400, 800 ve 1200 mg/lt) portakal yağı, nane yağı ve kekik yağı ilavesinin mikrobiyal protein üretimini önemli ölçüde

azalttığı (Canbolat vd 2011) tespit edilmiştir. Mevcut çalışma ile yapılan diğer çalışmalar arasındaki farklı sonuçların oluşmasının nedenlerinden birinin de esansiyel yağ çeşidi ve seviyesi ile kullanılan materyal ve yöntem farklılıklarından kaynaklanmış olabilir. Protein gereksinimleri ruminant hayvanlarda by-pass ve mikrobiyal proteinden karşılanmaktadır. Ruminant hayvanların beslenmesi için kullanılacak yemlerin değer olarak etkilendiği faktörün mikrobiyal protein sentez ve mikrobiyal protein sentez etkğinliğinin olduğu ve bunların dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir. Bypass protein rumende parçalanmadan duedonuma geçen, mikrobiyal protein ise rumende yemlerin fermantasyonu sonucu sentezlenen protein olarak bilinmektedir (Güney ve Karslı 2014). MP ve MPSE ruminant hayvanlar için önemli olup, NRC gibi besleme sistemleri hayvanların performansını belirlerken bu değerlerden faydalanmaktadırlar. Mikrobiyal protein ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği hesaplanmasında pratikte rutin olarak İGÜ kullanılmakta ve elde edilen gaz üretim değerleri; fermantasyon sonunda kalan yem artıklarının NDF çözeltisi ile muamele edilmesiyle de yemlerin gerçek sindirilebilir besin madde miktarları bulunmaktadır (Cengiz ve Kamalak 2020). Ruminant hayvanların rasyonları hazırlanırken, *in vitro* analizlerde gaz üretimi ile mikrobiyal protein miktarının ters orantılı olduğu bu bağlamda yemlerin sadece gaz üretimi değeri değil, aynı zamanda mikrobiyal protein üretim miktarının da önemli olduğu bildirilmiştir (Makkar et al. 1995; Blummel et al. 1997).

Gerçek sindirim derecesi (GSD) değerleri bakımından gruplar arası farklılık önemli olmuştur ($P<0.05$). Deneme grupları arasında en yüksek gerçek sindirim derecesi değerleri % 44.02 ile K0 grubunda, en düşük değer ise %35.68 ile K2 grubunda saptanmıştır. KÇO yemine artan miktarlarda karanfil yağı ilavesinin GSD düşürmüş ve kontol yemleme grubu ile K2 ve K3 yemleme grubu arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Karanfil yağının seviyelerinin etkisini ölçmek için yapılan polinomiyal analiz sonuçlarına göre KÇO'ya artan seviyelerde karanfil yağı ilavesi GSD'yi linear olarak azalttığı tespit edilmiştir ($P<0.01$). Yemlerin içinde bulunan ve fermente olabilecek besin madde miktarını GSKM ve GSD değerleri belirlemektedir. Rumende fermente edilen besin maddeleri gaz üretimi uçucu yağ asitleri ve mikrobiyal protein sentezinde değerlendirilmektedir (Kamalak 2020).

Deneme Gruplarının TUYA, NH_3-N ve pH Değerleri

Kuru çayır otuna farklı seviyelerde (0, 100, 200, 400 ppm) karanfil yağı katarak oluşturulan gruplara ait 24 saatlik ortalama toplam uçucu yağ (TUYA), amonyak azotu (NH_3-N) ve pH değerleri ile varyans analizi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Karanfil Yağı Gruplarına Ait Ortalama TUYA, NH_3-N ve pH Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları

YEMLER	TUYA(mmol/lt)	NH_3-N(mg/lt)	pH
K0	90,47	399,00	6,66
K1	85,52	353,67	6,63
K2	84,23	335,00	6,64
K3	84,40	344,67	6,66
SEM	1,99	15,40	0,01
P	0,17	0,07	0,23
Polinomiyal Analiz			
Linear	0,06	0,03	0,81
Quadratik	0,236	0,112	0,070
Kübik	0,810	0,981	0,378

a,b:Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$), TUYA: Toplam uçucu yağ asidi, NH_3: Amonyak azotu, SEM: Ortalamaların standart hatası, K0: Karanfil yağ içermeyen kuru çayır otu, K1: 100 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu, K2: 200 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu, K3: 400 ppm karanfil yağı içeren kuru çayır otu

Rumen mikrobiyal fermantasyonunun son ürünleri olan uçucu yağ asitleri geviş getiren hayvanlar için metabolize edilebilir enerjinin ana kaynağıdırlar (Van Soest 1982). Toplam uçucu yağ asitleri değerleri bakımından deneme grupları arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Artan seviyelerde karanfil yağının KÇO'ya ilavesinin TUYA üzerine etkisini belirlemek için yapılan polinomiyal analiz sonucuna göre artan seviyede karanfil yağı ilavesi nin TUYA değerini linear, quadratik ve kübik olarak etkilemediği tespit edilmiştir.

Karanfil, guaiacol, limonene, timol ve vanilin (5 g/L düzeyinde) esansiyel yağları ile yapılan bir çalışmada, tüm esansiyel yağların TUYA konsantrasyonlarını düşürdüğü bildirilmiştir (Castillejos vd (2006). Esansiyel yağların dozuna bağlı olarak rumen sıvısı parametresi TUYA değerlerinin rakamsal azalış göstermesi rumen mikroorganizma populasyonunun karanfil esansiyel yağının antimikrobiyal özellik göstererek sınırlamasından kaynaklandığını ifade edilmiştir. Yapılan pek çok *in vitro* çalışmada, (Canbolat vd 2011; Kamalak vd. 2011b; Patra and You 2012; Uzatıcı ve Canbolat 2019; Şahan 2021) esansiyel yağların toplam uçucu yağ asidini düşürdüğü ifade edilmiştir.

Kuru çayır otuna karanfil yağı ilavesi ile oluşturulan gruplarda saptanan amonyak azot (NH_3-N) değerleri bakımından meydana gelen farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). Polinominal analiz sonuçları incelendiğinde, KÇO'ya artan miktarlarda (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı ilavesinin NH_3-N değerini linear olarak azalttığı tespit edilmiştir. Amonyak azot (NH_3-N) değerleri 399.00 – 335.00 mg/lt arasında bulunmuştur. Rumende amonyak üreten bakterileri baskılayarak proteinlerin deaminasyonu sonucu ortaya çıkan azot

kaybının önlenmesi ruminal azot değerlendirilebilirliği bakımından önemlidir (Leng and Nolan 1984). Rumen sıvısı NH_3-N düzeyindeki düşüşün rumen mikroorganizmalarının etkinliğinin azalması ve esansiyel yağların amino asitlerin deaminasyonunu önlemesinden kaynaklandığı rapor edilmiştir (Mcintosh *et al.* 2003; Benchaar and Greathead 2011). Ruminant hayvanlarda NH_3 şeklindeki azot kaybının önlenmesi ile yemlerdeki enerji ve azottan yararlanmanın arttığını, hayvanın verim düşüklüğünün önüne geçildiği ve CH_4 ve NH_3 gazı salınımının azaldığını ve böylece çevre kirliliğine olan etkinin önlenebileceği bildirilmektedir (Tamminga 1996; Calsamiglia *et al.* 2007; Benchaar and Greathead, 2011).

Mevcut çalışma ile benzer olarak, Canbolat vd (2011) farklı esansiyel yağlarla (kekik, nane, portakal) yapmış oldukları çalışmalarında NH_3 azotunun kontrol grubuna göre önemli düzeyde düştüğünü saptamışlardır. Nitekim esansiyel yağlarla yapılan çalışmalarla mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir (Klevenhusen *et al*. 2011; Canbolat 2012; Talebzadeh *et al.* 2012; Jahani-Azizabadi *et al.* 2014; Patra and You 2015).

KÇO'ya değişik oranlarda (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı ilavesinin pH değerini etkilemediği ve rumen sıvısı pH'sın 6.63 – 6.66 değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo10). Esansiyel yağların rumen pH'sı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı (Castillejos vd 2007) bildirilirken, bazı araştırmacıların ise (Evans and Martin 2000; Patra and Yu 2012; Canbolat 2012) yemlere değişik esansiyel yağların ilavesinin rumen pH değerlerinde artışa neden olduğu bildirilmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut çalışmada, ruminant hayvan beslemede sıklıkla kaba yem kaynağı olarak kullanılan kuru çayır otu (KÇO)'na farklı seviyelerde (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı (*Syzgium aromaticum*) ilavesinin İG ve metan üretimi ile tahminlenen parametreler (Metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L) ve organik madde sindirim (OMS)), *in vitro* sindirim gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), gerçek sindirim derecesi (GSD), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein üretimi (MPÜ), mikrobiyal partikül sentezleme etkinliği (MPSE)) ile rumen pH'sı, rumen total uçucu yağ asitleri (TUYA) ve rumen amonyak azotu (NH_3-N) gibi bazı rumen parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

KÇO'ya farklı seviyelerde (0, 100, 200 ve 400 ppm) karanfil yağı ilavesi ile oluşturulan deneme grupları (sırasıyla K0, K1, K2 ve K3) arasında 24 saatlik İG ve metan üretimi ile tahminlenen parametreler (ME, NE_L, OMS) bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. İG ile OMS değerleri bakımından K0, K1 ve K2 grupları benzer olurken K3 grubundan elde edilen değerler daha düşük bulunmuştur. Metan üretimi, ME ve NE_L değerleri bakımından gruplar arasında en düşük değerlere K3 grubu sahip olmuştur. En yüksek OMS değeri K1 grubunda, en düşük ise K3 grubunda belirlenmiş, kontrol ve K1 grupları ise benzer olarak saptanmıştır. Deneme grupları arasında *in vitro* sindirim parametrelerinden GSKM ve GSD değerleri bakımından farklılıklar önemli bulunmuş, K0 ve K1 değerleri bezer olduğu, K2 ve K3 değerlerinin daha düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir. Kuru çayır otuna artan seviyede karanfil yağı ilavesinin GSKM ve GSD değerlerini linear olarak azalttığı saptanmıştır. Kuru çayır otu grupları arasında PF, MPÜ, MPSE, TUYA, NH3-N ve pH parametreleri bakımından meydana gelen farklılıklar önemli olmamıştır.

In vitro gaz ve metan üretimi ile tahminlenen performans ve sindirim parametreleri birlikte değerlendirildiğinde kuru çayır otuna 100 ppm seviyesinde karanfil yağı ilavesinin daha tatminkar sonuç verdiği görülmüştür. Ancak *in vivo* çalışmalarla bu sonucun desteklenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

Aksoy, A., Macit, M., Karaoğlu, M. (2000). Hayvan Besleme Ders Kitabı, Enerji Metabolizması. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 220, Erzurum.

Agarwal, N., Shekhar, C., Kumar, R., Chaudhary, L.C., Karma, D. N., 2009. Effect of Peppermint *(Mentha piperita)* Oil on *İn Vitro* Methanogenesis and Fermentation of Feed with Buffalo rumen Liquor. Anim. Feed Sci. Technol., 148: 321-327.

Altınçekiç, E., Canbolat, Ö., Altınçekiç, Ş.Ö., 2021. Effect of Ginger Essential Oil on in Vitro Gas Production, Rumen Fermentation and Methane Production. Journal of Agricultural Sciences (Tarim Bilimleri Dergisi), 27(4): 509-515.

Alataş, M S., Umucalılar H D. 2011. Rumenin Mikrobiyel Ekosistemindeki Bakteriler ve Rolleri. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 6 (1), 71-83.

Akçil, E., 2013. Farklı Seviyelerde Okaliptüs *(Eucalyptus camaldulensis*) Yaprağının Bazı Kaba Yemlerin *İn Vitro* Metan Gazı Üretimi Üzerine Etkisinin Araştırılması. Y.Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Arslan, C., Çelebi, E., 2017. Ruminantlarda Rumende Oluşan Metan Üretimini Azaltmaya Yönelik Çalışmalar, 12 (3), 327-337.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Method of Analysis. 15th ed., pp. 66-88. Washington, DC, USA.

Bajpai VK, Baek KH, Kang SC. 2012. Control of Salmonella in Foods by Using Essential Oils: A Review. Food Res Int; 45: 722-34.

Başar, Y., 2019. Turunçgil Posalarının Ruminant Beslemede Alternatif Yem Kaynağı Olarak Kullanımı ve Metan Üretim Kapasiteleri. Y.Lisans Tezi, Iğdır.

Bayaz, M., 2014. Esansiyel Yağlar: Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktiviteleri. Akademik Gıda 12(3), 45-53.

Benchaar, C., Duynisveld, J.L., Charmley, E., 2006. Effect of Monensin and Increasing Dose Levels of a Mixture of Essential oil Compounds on İntake, Digestion and Growth Performance of Beef Cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 86: 91-96.

Benchaar, C., Petit, H.V., Berthiaume, R., Ouellet, D.R., Chiquette, J., Chouinard, P.Y., 2007. Effects of Essential Oils on Digestion, Ruminal FermentationRumen Microbial Populations, Milk Production, and Milk composition in Dairy Cows Fed Alfalfa Silage or Corn Silage. J. Dairy Sci., 90: 886-897.

Benchaar, C., Greathead, H. 2011. Essential Oilsand Opportynities to Mitigate Enteric Methane Emissions From Ruminants. *Animal Feed Science and Technology,* 166-167: 338-355.

Bilal, T., Keser,O., Abaş, İ., 2008. Esans Yağların Hayvan Beslemede Kullanılması.Erciyes Üniversitesi Vet. Fak. Dergisi.5(1) , 41-50.

Boadi, D., Benchair, C., Chiquette, J., Masse, D., 2004. Mitigation Strategies to Reduce Enteric Methane emissions From Dairy Cows: Update Review. Can. J. Anim. Sci., 84: 319-335.

Boğa, M., Kocadayıoğulları, F., Can, E., 2021. Tanenlerin Ruminant Hayvan Beslemede Kullanımı. Derleme (Review). Black Sea Journal of Engineering and Science 4(4): 217-225.

Bozkurt, Z., Görgülü, M., Çelik, L. 2007. Kekik (*Origanum vulgare*) ve ÇörekOtu *(Nilgella sativa*) Esansiyel Yağı ile Propolisin Buğday Samanının *İn Vitro* Gerçek Kuru Madde, Organik Madde ve NDF Sindirilebilirliğine Etkisi. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran Bursa, 94-97.

Burt, S.A., Reinders, R.D. 2003. Antibacterial Activitiy of Selected Plant Essential Oils Againts *Escherichia coli* O157: H7., Lett Appl Microbiol, 36(3): 162-167.

Burt S. Essential Oils: 2004. Their antibacterial Properties and Potential Applications in Foods-a Review. *Int J Food Microbiol*; 94: 223-53.

Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A. and Kamel, C. 2006. Plant Extracts Affect *İn Vitro* Rumen Microbial Fermentation. *Journal of Dairy Science*, 89(2): 761-771.

Blummel, M., Makkar, HPS., Becker, K., 1997. *In Vitro* Gas Production- A Technique Revised. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 77: 24-34.

Blummel, M., Lebzien, P., 2001. Predicting Ruminal Microbial Efficiencies of Dairy Rations by *İn Vitro* techniques. Liv. Prod.Sci. 68(2-3): 107-117.

Bussmann, R.W., Malca-Garcia, G., Glenn, A., Sharon, D., Chait, G., Diaz, D., Pourmand, K., Jonat, B., Somogy, S., Guardado, G., Aguirre, C., Chan, R., Meyer, K., Kuhlman, A., Townesmith, A., Effio-Carbajal, J., Frias-Fernandez, F., Benito, M., 2010. Minimum inhibitory concentration of medicinal plants used in Northen Peru as antibacterial remedies.Journal of Ethnopharmacology 132: 101-108.

Canbolat, Ö., Karaman, Ş., Filya., 2010. Farklı Kekik Yağı Dozlarının Mısır Silajının Sindirim ve Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkileri. Kafkas Üniv. Vet.Fak.Dergisi, 16 (6), 933-939.

Canbolat , Ö., Kalkan, H., Karaman, Ş., Filya, İ. 2011. Esansiyel Yağların sindirim, rumen Fermantasyonu ve Mikrobiyal Protein Üretimi Üzerine Etkileri. Kafkas Ünviveristesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 17 (4), 557-565.

Canbolat, Ö ., 2012. Bazı Esansiyel Yağların İn Vitro Sindirim, Rumen Fermantasyonu ve Metan Gazı Üretimi Üzerine Etkileri. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Der. 2(1), 91-98.

Castillejos, L., Calsamiglia, S., Ferret, A. 2006. Effect of Essential Oil Active Compounds on Rumen Microbial Fermentation and Nutrient Flow in *in Vitro* Systems. *Journal of Dairy Science*, 89: 2649-2658.

Castillejos, L., Calsamigla, S., Ferret, A.. and Losa, R., 2007. Effects of Does and Adaptation Time of a Specific Blend of Essential Oil Compounds on Rumen Fermentation. Animal. Feed Science and Technology. 132: 186-201.

Castillejos, L., Calsamiglia, S., Martin-Tereso, J., Ter Wijlwn, H. 2008. İn Vitro Evaluation of Effect of Ten essential Oils at Three Doses on Ruminal Fermentation of High Concentrate Feedlot-Ype Diets. Animal Feed Science and Tecnology, 145 (1), 259-270.

Calsamiglia, S., Castillejos, L., Busquet, M. 2006. Alternatives to Antimicrobial Growth Promoters in Cattle: Recent Advances in Animal Nutrition,Eds.: Garnsworthy, P.C., Wiseman, J., Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp: 129-167.

Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L., Ferret, A., 2007. Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. J. Dairy Sci., 90, 2580-2595.

Cengiz, T., Kamalak, A., 2020. Farklı Bölgelerde Yetişen Söğüt Yapraklarının Potansiyel Besleme Değerlerinin ve Anti-Metanojenik Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg, 23 (5): 1351-1358.

Ceylan A. 1987. Tıbbi Bitkiler II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 481, 1-22.

Chaves, A..V., He, M.L., Yang, W.Z., Hristov, A.N., McAllister, T.A., Benchaar, C. 2008. Effect of Essential Oils on Proteolytic, Deminative and Methanogenic Activites of Mixed Ruminal Bacteria. *Canadian Journal of Animal Science*, 88: 117-122.

Curabay, B., 2018. Esansiyel Yağların Yemlerin Sindirim ve Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkileri. Y.Lisan Tezi ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Curabay, B., Filya, İ., Canbolat, Ö., 2020. Bazı Esansiyel Yağların Yonca Kuru Otunun İn Vitro Sindirilebilirliği, Rumen Fermantasyonu ve Metan Gazı Üretimi Üzerine Etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 34(1), 19-35.

Cobellis, G. Trabalza-Marinucci, M., Marcotullioc, M.C and Yu, Z.2016. Evaluation of Different Essential Oils in Modulating Methane and Ammonia Production, Rumen Fermentation and Bacteria İn Vitro. Animal Feed Science and Tecnology, 215: 25-36.

Cortes-Rojas DF, Souza CRF, Oliveira WP. (2014). Clove *(Syzgium aromaticum):* a Precious Spice. *Asian Pac J Trop Biomed*. 4(2): 90-96.

Çoban E. Ö., Patır B. 2010. Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. Cilt: 5, No: 2, 7-19.

Demirtaş, A., 2013. Isırgan Otu (Urtıca Docıa L.), Papatya (Matrıcarıa Chamomılla L.) ve Hayıt Meyvesi (Vitex Agnus-Castus L.) Ekstraktlarının Normal koşullarda ve Asidoz Koşullarında Rumen Mikrobiyal Fermantasyonuna In Vitro Etkileri. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dorman, H.J.D and Deans, S.G., 2000. Antimicrobial Agents From Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308-316.

Duncan, D.B., 1955. Multiple Range and Multiple F-Tests. Biometrics, 11, 1-42.

Dusan, F., Marian, S., Katarina, D., Dobroslova, B., 2006. Esential Oils-Their Antimicrobial Activity Aganist Escherichia Coli and effect on İntestinal Cell Viability. *Toxicology İn Vitro*, 20, 1435-1445.

Erdoğan EA., Everest A. (2013). Antimikrobiyal Ajan Olarak Bitki Bileşenleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6(2): 27-32.

Evans, J.D., Martin, S.A., 2000. Effect of Thymol on Ruminal Microorganisms. *Current Microbiology*, 41(5): 336-340.

Garcia, V., Catala-Gregori, P., Madrid, J., Hernandez, F., Megias, M.D., Andrade-Montemayor, H.M., 2007. Potential of Carvacrol to Modify İn Vitro Rumen Fermentation Ascompared whith Monensin. Animal, 1(5): 675-680.

Goel G, Makkar HPS, Becker K, 2008.effect of Sesbania sesban and Carduus Pycnocephalus Leaves and fenugreek (Trigonella foenum-graecum L) Seede and Their Extract on Partitioning of Nutrients from Roughage and Concentrate B ased Feeds to Methane. Anim Feed Sci Technol, 147 (1-3):72-89.

Günal, M., Ishlak, A., AbuGhazaleh, A.A., Khattab, W.2014. Essential Oils Effect on Rumen Fermentation and Biohydrogenation Under *in vitro* Conditions. Czech Journal of Animal Science, 59(10): 450-459.

Güney, M., Karslı, M. A., 2014. Süt İneklerinin Protein Fraksiyonlarına Tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(3): 317- 324.

Gür, G., Öztürk, H., 2021. Ruminatlarda Metan Salınımını Azaltma Stratejileri. Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni, 12(1), 43-51.

Gürer, B,. 2021. Türkiye'de nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesi açısından hayvansal gıda arz ve talebinin değerlendirilmesi. GIDA, 46(6): 1450-1466.

Gül, H., Avcı, M., Kaplan, O., 2017. Bazı Kaba Yemlere Çörek Otu, Kekik Otu ve Yağları İlavesinin ın Vitro Organik Madde Sindirimi ve Metan Üretimi Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 6(2), 167-173.

Görgülü M., Darcan NK., Karakök SG., 2009. Hayvancılık ve Küresel Isınma. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi 30 Eylül-3 Ekim Çorlu, Tekirdağ.

Hepokur C. 2018. Investigation of Cytotoxic Effects of *Eugenia caryophyllus* (clove). *Cumhuriyet Dental Journal*, 21(3).

IPCC (Intergoverment Panel on Climate Change), 1996. Guidelines for national greenhouse gas inventories-Greenhouse gas inventory reference manual. IPCC WGI Technical Support Unit, Bracknell, UK.

IPCC (Intergoverment Panel on Climate Change), 2001. The scientific basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IPCC, 1997. R.T.Watson, M.C.Zinyowera, R.H.Moss (Eds) Cambridge University Press, UK. pp 517 Available from Cambridge University Press, The Edinburgh Building Shaftesbury Road, Cambridge CB2 2RU ENGLAND.

İlçim A, Dıgrak M, Bagcı E, 1998. Bazı bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin arastırılması. *Tr J Biology*, 22: 119-125.

Jahani-Azizabadi, H., Danesh-Mesgaran, M., Vakili, A.R., Rezayazdi, K. 2014. Effect of some plant essential oils on *in vitro* ruminal methane production and on fermentation characteristics of a mid-forage diet. Journal of Agricultural Science and Technology, 16: 1543-1554.

Johnson KA, Johnson DE, 1995. Methane emissions from cattle. Journal of Animal Science, 73 (8): 2483–2492.

Kaya, A., Kaya, H., Çelebi, Ş., 2012. Ruminant Hayvanlarda Metan Üretimini Azaltmaya Yönelik Çalışmalar.Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 43(2), 197-204.

Kamalak, A., Atalay, A.I., Özkan, C.O., Tatlıyer, A. and Kaya. 2011a. Effecet of Essential Orange (Citrus sinensin L.) Oil on Rumen Microbial Fermantation Using İn Vitro Gas Production Technique. The Journal of Animal&Plant Sciences, 21(4), 764-769.

Kamalak, A., Canbolat, O., Özkan, C.O., Atalay, A.I., 2011b. The Effect of Essential oil (Thymol) Supplementation on *İn Vitro* Gas Production Profiles and Fermentation end Product of Alfalfa Hay. Kafkas Üniversitesi Vet. Fak. Derg., 17(2): 211-216.

Klevenhusen, F., Zeitza, J.O., Duval, S., Kreuzera, M., Soliva, C.R., 2011. Garlic oil and its principal component diallyl disulfide fail to mitigate methane, but improve digestibility in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167: 356-363.

Knapp, J.R., Laur, L., Vadas, P.A., Weiss, P., Tricarico., J.M ., 2014. Enteric Methane in Dairy Cattle Productioin: Quantifying the Opportunities and İmpact of Reducing Emissions. American Dairy Sciens Association, 97: 3231-3261.

Khorrami, B., Vakili, A.R., Mesgaran, M.D., Klevenhusen, F. 2015. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. Animal Feed Science And Technology, 200: 8-16.

Koptaget, E., 2019. Tarçın Yağının ve Karanfil Yağının Antimikrobiyal Etkinliğinin Mikrobiyolojik Miktar Tayini Yöntemi İle Araştırılması. Y.Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Koyuncu, M., Canbolat, Ö. 2010. Effect of carvacrol on intake, rumen fermentation, growth performance and carcass characteristics of growing lambs. Journal of Applied Animal Research, 38: 245-248.

Köknaroğlu, H., Akünal, T. 2007. Küresel ısınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknist Oalarak Bizim Rolümüz. 5. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 05-08 Eylül 2007, Diğer Sözlü Bildiriler, Van.

Köknaroğlu H., Akünal T. 2010. Küresel Isınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknis Olarak Bizim rolümüz. Süleymen Demirel Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1): 67-75.

Kutlu, H.R., 2008. Yem Değerlendirme ve analiz Yöntemleri. Ders Notu, Adana.

Kürekçi, C., Sakin, F., 2017. Uçucu Yağlar Antimikrobiyal Açıdan Uçucu Yağlar: İn Vitro ve İn Vivo Çalışmalar. *Türkiye Klinikleri* J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics, 3(1), 15-20.

Lee, K.G., Shibamoto, T. 2002. Determinination of. Antioxidant Potential of Volatile Extracts İsolated from Varios Herbs and Spicies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4947-4952.

Lee, K.W, Everts, H., Beynen, A.C. 2004. Essential Oils in Broiler Nutrition. *International Journal of Poultry Science*. 3(12): 738-752.

Leng, R.A., Nolan, J.V., 1984. Nitrogen Metabolism in the Rumen. Journal of Dairy Science 67, 1072-1089.

Makkar HPS, Blümmel M, Becker K, 1995. In vitro Effects of and İnteractions Between Tannins and Saponinins and the Fate of Tannins in the Rumen. J. Sci. Food Agric. 69: 481-493.

Menke, K.H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D. and Schneider W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. The Journal of Agricultural Science, 93, 217–222.

Menke, K.H. and Steingass H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal research and development*, Separete Print, 28, 7-55.

Meral, Y., Biricik, H., 2013. Ruminantlarda Metan Emisyonunu Azaltmak için Kullanılan Besleme Yöntemleri. VII. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (Uluslararası Katılımlı), 26 - 27 Eylül 2013, Ankara

McAllister, T.A., Okine, E.K., Mathison, G.W., Cheng, K.J., 1996. Dietary, Environmental and Microological Aspectts of Methane Production in Ruminants. Can. J. Anim Sci. 76: 321-243.

McIntosh, F.M., Williams, P., Losa, R., Wallace, R.J., Beever, D.A., Newbold, C.J., 2003. Effects of Essential Oil on Rumenial Microorganism and Their Protein Metabolism. Appl. Enviton Microbiol., 69(8): 5011-5014.

Mitsumori, M., Sun, W., 2008. Control of Rumen Microbial Fermentation for Mitigating Methane Emissions fro m the Rumen, Asian-Aust. J. Anim.sci. Vol.21, No. 1: 144-154. January 2008.

Naumann, HD., Tedeschi, LO., Zeller, WE., Huntley, NF., 2017. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances,limitations and future directions *R. Bras. Zootec.,* 46(12): 929-949.

Newbold, C.J., McIntosh, F.M. Williams, P., Losa, R. And Wallace, R.J. 2004. Effect of Spesific Blend of Essential Oil Cpmpounds on Rumen Fermentation. *Animal Feed Science and Tecnology,* 114: 105-112.

Nkrumah, J.D., Okine, E.K.,Mathison, G.W., Schmid, K., Li, C., Basarab, J.A., Price, M.A., ang, Z. And Moore, S.S. 2006. Relationships pf Feedlot Feed Efficiency, Performance and Feeding Behavior with Metabolic Rate, Methane Production and Energy Partitioning in Beef Cattle. J. Anim. Sci., 84: 145-154.

Qrskov, E.R., McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science, 92:499-507.

Ocak ve Baştürk, 2021. Esans Yağlarının Gıda Sanayinde Aroma Verici Olarak Kullanımı. Esans Yağlar (Üretimi, Gıdada ve Hayvan Beslemede Kullanımı). İksad Yayınevi 467-510. ISBN: 978-625-8007-39-8.

Önel, SE, Aksu, T., Alaşahan,S., 2021. Ruminantlarda Enterik Metan Emisyonunun Azaltma Stratejilerinde Tanenlerin Rolü ve Önemi. Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences Volume 1, Issue 2, 127-138.

Özkan, Ş., 2013. Türkiye'de Hayvancılık Kaynaklı Sera Gazı üretimi ve Azaltma Yöntemleri.Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 10(3), 185.-192.

Özüretmen, S., Özelçam, H. 2019. Buğday Samanının Karanfil Eterik Yağı ile Muamelesinin İn Vitro Kuru Madde Sindirilebilirliği ve Metabolik Enerji Değerine Etkisi. J.Anim.Prod, 60 (1), 9-13.

Öztürk H, 2007. Küresel ısınmada ruminantların rolü. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 78(1): 17-21.

Öztürk, H.,2008. Ruminant Beslemesinde Probiyotik Mayalar. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 79(3): 37-42.

Öztürk, P., 2015. Fitobiyotiklerin Metanogenezise Etkisi. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 4(2), 30-36.

Patra, A. K., Kamra D. N, Agarwal N., 2010. Effect of Extract of Spices on Rumen Methanogenesis, Enzyme Activities and Fermentation of Feed İn Vitro. J Sci Food Agric, 90, 511-520.

Patra, A. K. 2011. Effects of essential oils on rumen fermantion, microbial ecology and ruminant production. Asian J. Anim. And Veterinary Advances 6(5): 416-428.

Patra, A. K., Yu, Z., 2012. Effect of essential Oils on Methane Production and Fermentation by, and Abundance and Diversity of, Rumen Microbial Populations. Applied and Environmental Microbiology, 78 (12), 4271-4280.

Patra , A.K., Yu, Z. 2015. Effects of adaptation of in vitro rumen culture to garlic oil, Nitrate and Saponin and their combinations on methanogenesis, fermantation and abundances and diversity of microbial populations. Frontiers in Microbylogy. 6: 1434. https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01434(16.09.2022).

Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U. and Juven, B. 1995. Antifungal Activitity of Oregano and Thyme Essential Oils Applied as Fumigants Against Fungi Attacking Stored Grain. *Journal of Food Protection,* 58: 81-85.

Peter, K. 2001. Handbook of Herbs and Spices. Woodhead Publishing Limited. Washington, 154-5.

Sejian, V., Lal.R., Lakritz, J., Ezeji, T., 2011. Measurement and Prediction of Enteric Methane Emission. International Journal of Biometeorology, 55(1), 1-16.

Selçuk, B., Kamalak, A., 2022. Biberiye Yaprağı Ekstraktının Yonca Otunun Rumen Fermentasyonu, Metan ve Mikrobiyal Protein Üretimine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (3): 623-628.

Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A.R., Simonic, M., Knez, Z. 2005. Phenols, Proanthocyanidis, Flavones and Flavonols in Some Plan Materials and Their Antioxidant Activities. *Food Chemistry*, 89: 191-198.

Şahan, Z., 2021. Cyclotrichium niveum (dağ nanesi) esansiyel yağının buğday samanı in vitro sindirilebilirliğine ve rumen mikrobiyal fermantasyonuna etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg. 2021, 25(4): 526-533.

Şimşek, Ü.G., Güler, T., Çiftçi, M., Ertaş, O.N. ve Dalkılıç, B., 2005. Esansyağ Karışımının (Kekik, Karanfil ve Anason) Broylerde Canlı Ağırlık, Karkas ve Etlerin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. YYÜ Vet Fak. Derg. 16 (2): 1-5.

Tamminga, S., 1996. A Review on environmental İmpact of Nutritional Strategies in Ruminants. J Anim Sci. 74, 3112-3124.

Talebzadeh, R., Alipoura, D., Saharkhiz, M.J., Azarfarc, A., Maleckya, M. 2012. Effect of essential oils of Zataria multiflora on in vitro rumen fermentation, protozoal population, growth and enzyme activity of anaerobic fungus isolated from Mehraban sheep. Animal Feed Science and Technology, 172: 115-124.

Tekce, E., Gül. M.,2014. Ruminat Beslemede NDF ve ADF'nin Önemi, 9(1), 63-73.

TÜİK,2022a. Hayvansal Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Haziran-2022-45594.

Tural, S., Turhan, S. 2017. Antimicrobial and Antioxidant Properties of Thyme (*Thymus vulgaris L.*), Rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) and Laurel *(Lauris nobilis L.*) Essential Oils and their Mixtures. Gıda, 42(5): 588-596.

Tunç, M. A., 2012. Süt Emme Döneminmdeki Buzağıların Humat ve Probiyotiklerin Performans, Rumen Fermantasyonu ve Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. D. Tezi. Sağlık Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Toroğlu, S., Çenet, M. 2006. Tedavi Amaçlı Kullanılan Bazı Bitkilerin Kullanım Alanları ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Metodlar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(2).

Uzatıcı, A., Canbolat, Ö. 2019. Farklı Sarımsak Yağı Dozlarının, Korunga Otunun İn Vitro Gaz Üretimi, rumen Fermantasyonu ve Metan Üretimi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 66, 289-296.

Van Soest, P. J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Comstock, Cornell Univ. Press, New York, NY.

Van Soest, P.J., Robertson, J. D., and Lewis, B. A.,1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Wallace, R.J., McEwan, N.R., McIntosh, M., Teferedegne, B., Newbold,C.J. 2002. Natural Products as Manipulators of Rumen Fermantation. *Asian – Australasian Journal of Animal Sciences*, 15(10): 1458-1468.

Yanar, K.E., aktaş, M.S. 2021. Ruminantlarda Fitoterapi Uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi. 10(1): 76-86.

Yeşilbağ, D., 2007. Fitobiyotikler, 26(1-2),33-39.

Zopun M., Fidan S., Sakarya A., 2010. Karanfil Yağının Amtibakteriyel ve Serbest Tutucu Antioksidan Özelliklerinin İncelenmesi. TÜBİTAK BİDEB Araştırma Proje Raporu Eğitim Çalıştayı Notları, 3-11 Temmuz 2010.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Yeliz BURCU
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Lapseki Mehmet Akif Ersoy Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı (2022)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Orta
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	