



**ESANSİYEL YAĞLARIN YEMLERİN SİNDİRİMİ VE
RUMEN FERMANTASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ**

Barışcan CURABAY



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ESANSİYEL YAĞLARIN YEMLERİN SİNDİRİMİ VE RUMEN
FERMANTASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ**

Barışcan CURABAY

Prof. Dr. İsmail FİLYA
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BURSA - 2018
Her Hakkı Saklıdır.

TEZ ONAYI

Bariřcan Curabay tarafından hazırlanan ‘‘Esansiyel Yağların Yemlerin Sindirimi ve Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkileri’’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludaę Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. İsmail FİLYA
UÜ. Ziraat Fakültesi
Zootečni Anabilim Dalı

İmza: 

Başkan: Prof. Dr. İsmail FİLYA
UÜ. Ziraat Fakültesi
Zootečni Anabilim Dalı

İmza: 

Üye: Prof. Dr. İbrahim AK
UÜ. Ziraat Fakültesi
Zootečni Anabilim Dalı

İmza: 

Üye: Öğr. Gör. Dr. Gökçen İZLİ
BTÜ. Müh. ve Doğa Bilimleri
Fakültesi
Gıda Müh. Anabilim Dalı

İmza: 

Yukarıdaki sonucu onaylarım


Prof. Dr. Ali BAYRAM
Enstitü Müdürü
22/06/2018

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı **beyan ederim.**

22/06/2018

Barışcan CURABAY

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESANSİYEL YAĞLARIN YEMLERİN SİNDİRİMİ ve RUMEN FERMANTASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

Barışcan CURABAY
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İsmail FİLYA

Bu çalışma, farklı esansiyel yağ (sarımsak yağı, nane yağı, kekik yağı ve portakal yağı) ve dozlarının (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) *in vitro* gaz üretimi, rumen fermantasyonu, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve amonyak azotu (NH₃-N) üretimi ile yemlerin sindirimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla düzenlenmiştir. Çalışmada, yonca kuru otu kullanılmış ve yonca kuru otunun ham besin maddeleri bileşimi saptanmıştır. Esansiyel yağların etkilerinin belirlenmesinde ise *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır. Esansiyel yağ ve farklı dozları, amonyak azotu (NH₃-N) üretimi (P>0.05) haricindeki tüm parametreleri etkilemiştir (P<0.01). *In vitro* gaz üretimi sonunda elde edilen rumen sıvısı kullanılarak toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) miktarı, asetik asit (AA), propiyonik asit (PA), bütirik asit (BA), asetik asit/propiyonik asit oranı (AA/PA), rumen pH'sı, karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) üretimi saptanmış olup sırasıyla; 44,45-157,01 mmol/L, 26,79-79,61 mmol/L, 9,14-36,32 mmol/L, 5,07-25,19 mmol/L, 1,46-3,08, 5,75-6,45, 23,31-86,67 mmol/L ve 13,65-43,32 mmol/L olarak bulunmuştur. Saptanan tüm parametreler arası farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). Yonca kuru otunun kuru madde sindirimi (KMS), ham protein sindirimi (HPS), nötr deterjan lif sindirimi (NDFS) ve asit deterjan lif sindirimi (ADFS) değerleri Daisy inkübatörde saptanmış ve sırasıyla; % 49,95-73,25, % 62,39-85,36, % 47,88-71,29 ve % 48,99-70,88 olarak bulunmuştur. Esansiyel yağ katkısı besin maddeleri sindirimini olumsuz etkilemiştir (P<0.01). Sonuçlara göre esansiyel yağ dozları arttıkça pH dışındaki tüm parametreler azalma göstermiştir (P<0.01). *In vitro* gaz üretimi ve ham protein sindiriminde en etkili esansiyel yağ nane yağı olmuştur. Diğer tüm parametrelerde ise en etkili yağ kekik yağı olmuştur. Esansiyel yağ dozları karşılaştırıldığında ise en etkili dozun 1200 mg/L olduğu saptanmıştır. Kekik ve nane esansiyel yağlarının daha etkili olmalarının içeriklerinde bulunan antimikrobiyal unsurlardan kaynaklandığı söylenebilir. Tüm veriler incelendiğinde esansiyel yağların ruminant beslemede hayvan performansı, yemden yararlanma ve rumen fermantasyonunu engellememesi için düşük dozların kullanımının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Esansiyel yağ, *in vitro* gaz üretimi, rumen fermantasyonu, uçucu yağ asitleri, sindirim

2018, x + 66 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECTS OF ESSENTIAL OILS ON THE DIGESTIBILITY AND RUMEN FERMENTATION OF FEEDS

Barışcan CURABAY

Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. İsmail FİLYA

This study was conducted to determine effects of *in vitro* gas production, rumen fermentation, carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and ammonia nitrogen (NH₃-N) productions and digestibility characteristics of feeds in various essential oils (garlic oil, peppermint oil, thyme oil and orange oil) and doses (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L). In the study, alfalfa dry hay was used and raw nutrient composition of alfalfa dry hay was determined. *In vitro* gas production technique have been used in determining the effects of essential oils. Essential oil and different doses effected all parameters (P<0.01) except ammonia nitrogen (NH₃-N) production (P>0.05). Using the rumen fluid obtained at the end of *in vitro* gas production, amount of total volatile fatty acids (TVFA), acetic acid (AA), propionic acid (PA), butyric acid (BA), acetic acid/propionic acid ratio (AA/PA), ruminal pH, carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) productions were determined and it has been found; 44,45-157,01 mmol/L, 26,79-79,61 mmol/L, 9,14-36,32 mmol/L, 5,07-25,19 mmol/L, 1,46-3,08, 5,75-6,45, 23,31-86,67 mmol/L and 13,65-43,32 mmol/L respectively. All parameters determined from the differences were statistically significant (P<0.01). Dry matter digestibility (DMD), crude protein digestion (CPD), neutral detergent fiber digestion (NDFD) and acid detergent fiber digestion (ADFD) values of dry alfalfa haydetermined by Daisy incubator and were found; 49,95-73,25%, 62,39-85,36%, 47,88-71,29% and 48,99-70,88% respectively. Essential oil addition negatively affected nutrients digestion (P<0.01). According to the results, as the doses of essential oil increased, all parameters decreased except pH (P<0.01). Peppermint oil was the most effective essential oil in *in vitro* gas production and digestibility of crude protein. In the other all parameters, thyme oil was the most effective essential oil. The most effective dose was 1200 mg/L, among the essential oil doses. It can be said that the more effective essential oils of thyme and peppermint are caused by their antimicrobial contents. When all the data were examined, it was concluded that the use of low doses of essential oils not to prevent animal performance, feed efficiency and rumen fermentation would be more appropriate in ruminant nutrition.

Key words: Essential oil, *in vitro* gas production, rumen fermentation, volatile fatty acids, digestion

2018, x + 66 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın tüm aşamalarında benden yardım ve desteğini esirgemeyen, tezin planlanması, yürütülmesi ve yazılması aşamalarında katkıda bulunan sayın danışmanım Prof. Dr. İsmail FİLYA'ya teşekkür ederim. Bu süre zarfında bana her anlamda yardımcı olan, bilgi ve tecrübesini esirgemeyen Doç. Dr. Önder CANBOLAT'a ayrıca tez jüri üyelerim arasında bulunan Prof. Dr. İbrahim AK ve Öğr. Gör. Dr. Gökçen İZLİ'ye teşekkürlerimi borç bilirim.

Aynı zamanda, çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Serdar DURU, Araş. Gör. Kadir Cem AKBAY, Araş. Gör. Ömer ŞENGÜL, Araş. Gör. Arda SÖZCÜ, Araş. Gör. Süleyman Can BAYCAN, Öğr. Gör. Selin KAYALI ve yüksek lisans arkadaşlarım, Fatih Mehmet KAYALI, Ebru KESKİN, Candan ERİŞ, Hilal AKGÜN'e teşekkür ederim. Son olarak, bana maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ediyorum.

Barışcan CURABAY

22/06/2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Hayvan Materyali	12
3.1.2. Yem Materyali	12
3.1.3. Esansiyel Yağ Materyali	12
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Yem Materyalinin Hazırlanması ve Deneme Deseni	13
3.2.2. <i>In Vitro</i> Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması	15
3.2.3. Yapay Tükürük Çözeltilsinin Hazırlanması	15
3.2.4. Daisy İnkübatör Tekniği ile Yemlerin Sindirilebilir Besin Maddelerinin Saptanması	18
3.2.5. Yem Örneklerinin Hazırlanması ve Denemenin Yürütülmesi	18
3.2.6. Kimyasal Analizler	19
3.2.7. Rumen Sıvısı Analizleri	20
3.2.8. İstatistik Analizler	21
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	22
4.1. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının <i>In Vitro</i> Gaz Üretimi Üzerine Etkisi (mL)	22
4.2. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının <i>In Vitro</i> Gaz Üretimi Parametreleri Üzerine Etkisi	25
4.3. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının NEL, ME ve OMS Üzerine Etkisi	30
4.4. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkisi	35
4.5. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının Uçucu Yağ Asidi Oranları Üzerine Etkisi	42

4.6. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının Rumen pH'sı, Amonyak Azotu (NH ₃ -N), Karbondioksit (CO ₂) ve Metan (CH ₄) Üretimi Üzerine Etkisi.....	46
4.7. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının KMS, HPS, NDF ve ADF Sindirimi Üzerine Etkisi	52
5. SONUÇ	58
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	66



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
g	Gram
Kg	Kilogram
L	Litre
mg/L	Miligram/Litre
mmol/L	Milimol/Litre
µL	Mikrolitre
mL	Mililitre
MJ/kg	Megajul/Kilogram

Açıklamalar

Kısaltmalar

YKO	Yonca Kuru Otu
NDF	Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADF	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondioksit
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HY	Ham Yağ
KM	Kuru Madde
KMS	Kuru Madde Sindirimi
HPS	Ham Protein Sindirimi
ME	Metabolik Enerji
NDFS	Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif Sindirimi
ADFS	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif Sindirimi
NEL	Net Enerji Laktasyon
NH ₃ -N	Amonyak Azotu
OM	Organik Madde
OMS	Organik Madde Sindirimi
TUYA	Toplam Uçucu Yağ Asitleri
UYA	Uçucu Yağ Asitleri
AA	Asetik Asit
PA	Propiyonik Asit
BA	Bütirik Asit

Açıklama

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının <i>in vitro</i> gaz üretiminin zamana bağlı değişimi (mL).....	24
Şekil 4.2. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) <i>in vitro</i> gaz üretimlerinin zamana bağlı değişimi (mL).....	24
Şekil 4.3. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının <i>in vitro</i> gaz üretimlerinin parametrelere bağlı değişimi (mL).	27
Şekil 4.4. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) <i>in vitro</i> gaz üretimlerinin parametrelere bağlı değişim (mL).....	27
Şekil 4.5. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının NEL, ME ve OMS üzerine değişimi.	32
Şekil 4.6. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) NEL, ME ve OMS üzerine değişimi.....	32
Şekil 4.7. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının TUYA, AA, PA ve BA miktarları (mmol/L) arasındaki değişimi.	37
Şekil 4.8. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) TUYA, AA, PA ve BA miktarları (mmol/L) arasındaki değişimi.	37
Şekil 4.9. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının AA, PA, BA, İBA, İVA ve VA oranları (%) arasındaki değişimi.....	44
Şekil 4.10. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) AA, PA, BA, İBA, İVA ve VA oranları (%) arasındaki değişimi.	44
Şekil 4.11. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının pH, NH ₃ -N, CO ₂ ve CH ₄ üretimine bağlı olarak değişimi.	48
Şekil 4.12. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) pH, NH ₃ -N, CO ₂ ve CH ₄ üretimine bağlı olarak değişimi.....	48
Şekil 4.13. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimine bağlı olarak değişimi.	54
Şekil 4.14. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimine bağlı olarak değişimi.....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Yonca kuru otunun ham besin maddeleri bileşimi (%).	13
Çizelge 3.2. Deneme deseni ve denemenin yürütülme planı.	14
Çizelge 3.3. Yapay tükürük hazırlamak için kullanılan çözeltilerin kimyasal yapısı ve kullanılan miktarlar.	16
Çizelge 3.4. Tampon çözeltinin hazırlanması.	19
Çizelge 4.1. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının <i>in vitro</i> gaz üretimi (mL) içerikleri.	23
Çizelge 4.2. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının <i>in vitro</i> gaz üretim (mL) parametreleri.	26
Çizelge 4.3. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının NEL, ME ve OMS içerikleri.	31
Çizelge 4.4. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının <i>in vitro</i> rumen fermantasyonu üzerine etkisi (mmol/L).	36
Çizelge 4.5. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının <i>in vitro</i> rumen fermantasyonundaki uçucu yağ asidi oranları (%).	43
Çizelge 4.6. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının pH, NH ₃ -N, CO ₂ ve CH ₄ üretimi üzerine etkisi.	46
Çizelge 4.7. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi üzerine etkisi.	53

1. GİRİŞ

Son yıllarda antibiyotiklere alternatif yeni yem katkı maddelerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda önemli bir artış meydana gelmiştir. Bu bağlamda, aromatik bitki ekstraktları, esansiyel yağlar ve bunların aktif bileşenleri alternatif yem katkı maddesi stratejisinde önem kazanmıştır (Castillejos ve ark. 2007, Cobellis ve ark. 2016). Özellikle aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların antibiyotiklere bir alternatif olabileceği gerçeği de hayvan besleme alanında yapılan birçok çalışmada öne çıkmaktadır (Hili ve ark. 1997, Calsamiglia ve ark. 2006). Bugün doğada yetişen 3000'e yakın bitki familyasından 1/3'ü esansiyel yağ içermektedir. Aromatik ve tıbbi bitkilerde bulunan esansiyel yağlar, oda sıcaklığında sıvı formda olup, kolay buharlaşan, kuvvetli kokulu ve su buharı ile sürüklenebilen yağimsı karışımlar olarak tanımlanmaktadır (Gershenzon ve Croteau 1991, Langhout 2000). Aromatik ve tıbbi bitkilerden izole edilen esansiyel yağların çeşitli mikroorganizmalara karşı bakterisit ve fungusit etkilerinin olduğu çok sayıda araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Paster ve ark. 1995, Dorman ve Deans 2000, Cobellis ve ark. 2016). Bu özellikleri nedeniyle esansiyel yağların tıp, kozmetik ve gıda sanayinde antibiyotiklere alternatif ürünler olma potansiyelleri araştırılmış ve yapılan *in vitro* çalışmalarda mikroorganizma gelişiminin önlendiği saptanmıştır (Newbold ve ark. 2004, Busquet ve ark. 2006). Esansiyel yağların antimikrobiyal mekanizması henüz tam olarak ortaya konamamasına rağmen, esansiyel yağların lipofilik (Conner 1993) ve kimyasal yapılarının (Farag ve ark. 1989) antimikrobiyal mekanizma üzerinde rol oynadığı varsayılmaktadır. Esansiyel yağlar bakterilerin hücre zarının bütünlüğünü bozarak ve zarla ilişkili bileşiklerin hücre dışı ortama çıkmasına yol açarak hücreleri olumsuz etkilemektedir (Stiles ve ark. 1995). Ayrıca esansiyel yağlar hücre duvarını sentezleyen enzimleri önleyerek de mikroorganizmaların gelişimini olumsuz etkilemektedirler (Evans ve Martin 2000, Benchaar ve ark. 2006).

Diğer yandan yapılan bazı çalışmalarda esansiyel yağların rumen mikroorganizmaları üzerine etkide bulunduğu da bildirilmiştir. Bu etki olumlu yönde olduğu gibi (McIntosh ve ark. 2000, Benchaar ve ark. 2007a) olumsuz yönde de olabilmektedir (Wallace ve ark. 2002). Wallace ve ark. (2002) ile Castillejos ve ark. (2006) uçucu yağların rumen

mikroorganizmaları, toplam uçucu yağ asitleri ve toplam gaz üretimini önleyici etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca lezzetsiz bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların karakteristik kokuları ve antibakteriyel özelliklerinden dolayı, bu tür yemlerin ruminantlara verilmesi halinde yem tüketiminde isteksizlik sonucu verimde kayıplara neden olacağı da bildirilmiştir (Lee ve ark. 2004). Yapılan değişik araştırmalarda kekik, nane, portakal ve sarımsak esansiyel yağlarının antibakteriyel, antifungal ve antiprotozoal özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (Kıvanç ve Akgül 1986, Tassou ve ark. 2000, Lee ve ark. 2004, Castillejos ve ark. 2007, Swamy ve ark., 2016). Esansiyel yağların antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra antioksidan özelliklere de sahip oldukları bildirilmiştir (Lee ve ark. 2004, Calsamiglia ve ark. 2006, Tural ve Turhan, 2017) Bu özellikleri nedeniyle esansiyel yağların hayvan beslemede kullanılması durumunda hayvansal ürünlerin kalitesinin arttığı ve raf ömürlerinin uzadığı belirtilmiştir (Lee ve Shibamoto 2002, Skerget ve ark. 2005).

Yemlerin rumende mikrobiyal fermantasyonu sonucu ortaya çıkan gazlar içerisinde ilk iki sırayı % 65,5 karbondioksit (CO₂) ve % 26,8 metan (CH₄) gazı oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla % 7 azot, % 0,5 oksijen ve % 0,2 hidrojen gazları takip etmektedir (Sniffer ve Hertd 1991). Özellikle CO₂ ve CH₄ gazı rumende anaerobik ortamın oluşmasında etkili olmasına karşın önemli düzeyde enerji kaybına neden olmaktadır (Ensminger ve ark. 1990; Kirchgessner ve ark. 1995). Ayrıca rumende sentezlenen bu gazların atmosfere salınımı sonucu sera gazlarında da (CO₂, CH₄, amonyak azotu vb.) bir artış olmaktadır (Tokura ve ark. 1999). Köknaroğlu ve Akünel (2007), toplam sera gazı emisyonunun %18'inin tarımsal faaliyet sonucunda, bunun yaklaşık % 9'unun ruminant hayvanlardan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Son yıllarda hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazlarının azaltılması üzerinde durulmuş ve bu amaçla esansiyel yağlardan yararlanılmıştır (Calsamiglia ve ark. 2006, Köknaroğlu ve Akünel 2007, Tekeli ve ark. 2017). Söz konusu yağlar gübre ile meydana gelen çevre kirliliğinin azaltılmasında da olumlu katkılar sağlamıştır (Evans ve Martin 2000, Mohammed ve ark. 2004, Canbolat ve ark. 2011).

Aromatik bitkilerin ve bunlardan elde edilen esansiyel yağların rumen fermantasyonu üzerine olan etkilerine yönelik çalışmaların sayısı her geçen gün artarken, ülkemizde bu

konu ile ilgili yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada dünyada yaygın olarak yetiştirilen kekik, nane, portakal ve sarımsaktan elde edilen esansiyel yağların ruminant beslemede kullanım olanaklarının saptanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda kekik, nane, portakal ve sarımsaktan elde edilen esansiyel yağların *in vitro* koşullarda rumen fermantasyonu ile birlikte yemlerin enerji değeri ve sindirilme derecesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Evans ve Martin (2000) yaptıkları çalışmada, kekik yağının bileşeni olan timolün farklı dozlarının (50, 100, 200 ve 400 mg/L) *in vitro* koşullarda rumen fermantasyonu ve rumen bakterileri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar timolün 50, 100 ve 200 mg/L dozlarının CH₄ üretimi üzerine herhangi bir etkisinin bulunmadığını, 400 mg/L dozun ise pH'yı arttırdığını, CH₄ üretimi ile birlikte asetik ve propiyonik asit miktarlarında azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Ando ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, 4 baş rumen kanüllü Holstein sığırı rumen sıvısına nane yağı ilavesinin sindirim ve rumen fermantasyonuna etkisini araştırmışlardır. Buna göre nane yağı ilavesi, kuru madde sindirimi (KMS), organik madde sindirimi (OMS) ve ham protein sindirimi (HPS) arttırırken, rumendeki TUYA miktarları ile birlikte AA, PA ve BA miktarını azaltmıştır (P<0,01). Bununla birlikte rumen pH'sı ve NH₃-N'nun düştüğü de bildirilmiştir (P<0,01).

Busquet ve ark. (2005) sarımsak esansiyel yağının ve 2 bileşeninin (diallyl disulphide ve allyl mercaptan) CH₄ üretimine etkisini incelemişlerdir. Buna göre 300 mg/L dozunda allyl mercaptanın yemlerin sindirimine etkisi olmamasına rağmen, uçucu yağ asidi miktarı ve CH₄ üretimini azaltmıştır. Ancak sarımsak yağı ve diallyl disulphide ise allyl mercaptandan farklı olarak KMS'ni düşürmüştür. Aynı zamanda sarımsak yağı bileşenlerinden allicinin 3, 30, 300 ve 3000 mg/L dozlarının UYA, AA ve PA ve CH₄ üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Kamalak, (2005) yapmış olduğu çalışmada, yonca kuru otu (YKO) ve silajında *in vitro* gaz üretim değerlerini buğday ve arpa samanına göre daha yüksek bulmuştur. Elde edilen gaz miktarı ve bu değerlerden hesaplanan metabolik enerji (ME) ve OMS derecesi gibi parametreler de YKO ve silajında daha yüksek bulunmuştur.

Castillejos ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, rumen sıvısına farklı dozlarda (kontrol, 5, 50, 500, 5000 mg/L) kekik yağı ilavesinin *in vitro* rumen fermantasyonunda pH, NH₃-N üretimi, TUYA miktarı, UYA profili değişimi etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlara göre, kekik yağının 500 mg/L'si TUYA miktarı, PA ve NH₃-N üretimini düşürmüş, buna karşılık AA, asetik asit/propiyonik asit oranı (AA/PA) ve rumen pH'sını arttırmıştır. Bununla birlikte kekik yağının 500 mg/L'si KMS, ADF sindirimi, NDF sindirimi ve OMS'yi de düşürmüştür. Buna göre sonuçların kekik yağında bulunan antimikrobiyal etkiden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Benchaar ve ark. (2007b) 4 baş rumen kanüllü Holstein inekle yaptıkları çalışmada, rumen sıvısına tatlı portakal yağı (200 mg/L), değişik kekik varyetelerinden oregano (200 mg/L) ve tyme yağı (200 mg/L), karvakrol (400 mg/L) ve timol (400 mg/L) ilavesinin *in vitro* rumen fermantasyonunda 0, 2, 6, 8, 12, ve 24 saatler arasındaki gaz üretimi, pH, NH₃-N üretimi, UYA, KMS ve NDF sindirimini araştırmışlar ve sadece esansiyel yağ bileşenlerinin (karvakrol ve timol) *in vitro* rumen fermantasyonuna etki ettiğini saptamışlardır. Çalışmada, karvakrol pH'yı ve BA miktarını arttırırken, PA, KMS, NDF sindirimi ve gaz üretimini düşürmüş, timol ise pH'yı arttırırken, PA miktarını, NDF sindirimini ve gaz üretimini düşürmüştür. Bununla birlikte esansiyel yağ ve bileşenleri NH₃-N üretimini etkilememiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar esansiyel yağ bileşenlerinin (karvakrol ve timol) antimikrobiyal etkisinin rumende UYA profilini değiştirerek PA miktarını azaltıp, BA miktarını arttırması gibi dengesizlikleri oluşturmasından dolayı süt sığırlarının beslenmesine olumsuz etki yaratacağını öne sürmüşlerdir.

Calsamiglia ve ark. (2007), sarımsak yağının rumendeki CH₄ üretimi üzerine etkilerinin AA miktarındaki düşüşe ve PA ve BA miktarındaki artışa bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Castillejos ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, kekik yağı ve farklı dozlarının (0, 5, 50, 500 mg/L) 3 baş rumen kanüllü süt sığırından alınan rumen sıvısına ilavesinin NH₃-N, TUYA miktarı, UYA profili, pH ve AA/PA'ya etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda kekik yağının tüm dozlarının TUYA miktarını arttırırken, NH₃-N üretimi ve pH'yı

düşürdüğünü; kekik yağının UYA profili ve AA/PA'yı etkilemediğini belirlemişlerdir (P>0,05).

Chaves ve ark. (2008), sarımsak yağının 100 ve 250 mg/L dozunun *in vitro* CH₄ üretimini düşürdüğünü (P<0,01), ancak bu düşüşün UYA konsantrasyonu üzerine etkisi olmadığını saptamışlardır (P>0,05).

Macheboeuf ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, kekik yağından elde edilen timol bileşeninin 300 mg/L dozunun CH₄ üretimini düşürdüğü, TUYA ile birlikte AA ve PA üretimini azalttığını saptamışlardır (P<0,01).

Agarwal ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, mandanın rumen sıvısına nane yağının farklı dozlarının (0, 0,33, 1 ve 2 µL/mL) *in vitro* gaz ve CH₄ oluşumu ile rumen fermantasyonuna etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kullanılan dozlar arttıkça CH₄ üretiminin de azaldığı gözlenmiştir (P<0,01). Ayrıca nane yağının yüksek dozlarının (1 ve 2 µL/mL) TUYA yoğunluğunu da azaltmasına rağmen (P<0,01), 0,33 µL/mL dozunun bu parametreyi etkilemediği saptanmıştır (P>0,05). Nane yağının yüksek dozları AA düzeyini artırırken (P<0,05), PA düzeyini azaltmıştır (P<0,01). Gaz üretimi, NH₃-N üretimi ve BA düzeyleri ise nane yağının 0,33 µL/mL ve 1 µL/mL dozlarında artarken, 2 µL/mL dozunda azalmış ve yüksek dozların (1 ve 2 µL/mL) AA/PA'yı artırdığını bildirmişlerdir.

Canbolat ve Karaman (2009)'ın yaptıkları çalışmada, adi yoncanın kimyasal bileşimleri, *in vitro* gaz üretimleri, ME, OMS ve nispi yem değerleri arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda YKO'nun HP, HY, HK, NDF, ADF ve ADL içeriğini sırasıyla; % 17,84, % 2,78, % 5,75, % 42,51, % 28,87 ve % 10,87; 96. saat *in vitro* gaz üretimini 71,8 mL, OMS'yi % 73,7, ME ve NEL içeriğini ise sırasıyla; 10,5 MJ/kg KM ve 6,8 MJ/kg KM olarak bildirmişlerdir.

Canbolat ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, rumen sıvısına farklı dozlarda (kontrol, 50, 100, 200, 400, 600 ve 800 mg/L) kekik yağı ilavesinin mısır silajında *in vitro* gaz üretimi, OMS, ME ile rumen fermantasyonu üzerine olan etkilerini incelemişlerdir.

Çalışma sonucunda farklı dozlarda kekik yağı ilavesinin tüm inkübasyon süreleri boyunca (3, 24, 48, 96 saat) *in vitro* gaz üretimini dozların artışına bağlı olarak düşürdüğünü ve 96 saat sonunda *in vitro* gaz üretiminin 76,50 ile 48,36 mL arasında değiştiğini saptamışlardır (P<0,05).

Koyuncu ve Canbolat (2010), kekik yağının ana bileşeni olan karvakrolün rumen fermantasyonuna etkisini inceledikleri çalışma sonucunda karvakrolün rumende TUYA oranını ve bunlardan AA düzeyini düşürdüğünü buna karşılık PA ve BA düzeyini arttırdığını saptamışlardır. Ayrıca esansiyel yağ katkısının rumen pH'sını etkilemediğini ve rumende NH₃-N düzeyini azalttığını belirlemişlerdir.

Benchaar ve Greathead (2011)'nin yaptıkları çalışmada, kekik ve sarımsaktan elde edilen esansiyel yağların kullanılan doz miktarına bağlı olarak *in vitro* CH₄ üretimini azalttığını özellikle bu yağların yüksek dozda (>300 mg/L) kullanımının CH₄ üretimi, TUYA miktarı ve yem sindirimini düşürdüğünü saptamışlardır. Araştırmacılar ayrıca sarımsak yağının direkt olarak metanojen bakterileri etkileyerek *in vitro* CH₄ üretimini azalttığını gözlemlemişlerdir.

Canbolat ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada, YKO'ya kekik yağı, nane yağı ve portakal yağının farklı dozlarının OMS ve ME değerini düşürdüğünü bildirmişlerdir (P<0,01; P<0,05). Ayrıca esansiyel yağların rumen fermantasyonu parametrelerinden TUYA, AA, PA, BA ve AA/PA'yı önemli düzeyde azalttığını ve rumen pH'sını ise arttırdığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte rumen sıvısına kekik yağı ilavesinin CO₂ ve CH₄ üretimini önemli düzeyde düşürdüğünü de bildirmişlerdir (P<0,01; P<0,05). Ayrıca çalışma sonucunda kekik yağının rumen fermantasyonu parametreleri içerisinde en etkili esansiyel yağ olduğu bunu sırasıyla nane ve portakal yağının izlediği ve en etkili kekik yağı dozunun 1200 mg/L olduğu belirlenmiştir.

Kamalak ve ark. (2011)'nin yapmış oldukları çalışmada, portakal yağının farklı dozlarının (0, 100, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) *in vitro* gaz, CH₄ ve NH₃-N üretimi, TUYA, ME, OMS, KMS ve NDF sindirimine etkisini araştırmışlardır. Araştırma

sonucunda portakal yağının dozun artmasıyla birlikte UYA profili dışındaki tüm parametreleri düşürdüğünü saptamışlardır ($P<0,01$).

Klevenhusen ve ark. (2011)'nin yaptıkları çalışmada, 6 baş Siyah-Kahverengi İsviçre dağ koyunundan aldıkları rumen sıvısına sarımsak yağı ilave ederek *in vitro* CH₄ üretimi ve yemlerin sindirimine olan etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda sarımsak yağının CH₄ üretimine herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılırken, NH₃-N üretimini azalttığı, TUYA miktarında herhangi bir farklılığa neden olmadığı, KMS'yi ise bir miktar düşürdüğünü saptamışlardır.

Canbolat (2012) yapmış olduğu çalışmada, rumen sıvısına katılan kekik, nane ve portakal yağları arasında kekik yağının OMS, ME, rumen fermantasyonu ve CH₄ üretimi bakımından en etkili yağ olduğunu bunu sırasıyla nane yağı ve portakal yağının izlediğini bildirmiştir. Kekik yağının başta *in vitro* gaz üretimi olmak üzere OMS ve ME üretimini düşürdüğünü, ancak rumen sıvısı pH'sını arttırdığını saptamıştır.

Patra ve Yu (2012), 2 baş rumen kanüllü Jersey ineğinden alınan rumen sıvısına 0, 0,25, 0,50, ve 1 g/L dozlarında nane, okaliptüs ve sarımsak yağı ilave etmiş ve 24 saatlik inkübasyon süresi boyunca *in vitro* toplam gaz oluşumu, CH₄ üretimi, KMS, NDF sindirimi, NH₃-N, rumen pH'sı, TUYA ve UYA parametrelerini incelemiştir. Çalışma sonucunda tüm esansiyel yağlar için dozlar arttıkça CH₄ üretiminde önemli derecede azalma gözlenmiştir ($P<0,01$). Sarımsak yağı ise KM ve NDF sindirimini azaltmıştır. Esansiyel yağlar toplam UYA konsantrasyonları ve NH₃-N üretimine etki etmemiştir. Buna karşın okaliptüs ve nane yağı PA oranını azaltırken sarımsak yağı bu oranı arttırmıştır. Okaliptüs ve sarımsak yağı AA, VA miktarı ile AA/PA oranlarını azaltmış, nane yağı ise arttırmıştır. Esansiyel yağların BA miktarı ve rumen pH'sını ise arttırdığı tespit edilmiştir.

Talebzadeh ve ark. (2012), kekik yağını farklı dozlarda (0, 150, 300, 450 ve 600 µg/mL) rumen sıvısına ilave etmiş 1-144 saat aralığında *in vitro* gaz ve NH₃-N üretimi, TUYA miktarı, KMS ve OMS'yi araştırmışlardır. Çalışmada 144 saat sonunda gaz oluşumu ve KMS'de azalma gözlenmiştir. 24 saat sonunda ise doz arttıkça NH₃-N üretiminde

azalma gözlenmiş, TUYA miktarı en yüksek 150 µg/mL dozunda olduğu saptanmıştır (P<0,05). Kullanılan yağ ve dozların 24 saat inkübasyon süresi sonunda *in vitro* KMS ve OMS'ye etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

Akçil ve Denek (2013), YKO'ya farklı dozlarda (% 0, % 0,5, % 1, % 1,5, % 2 ve %2,5) okaliptüs yaprağı ilavesinin *in vitro* gaz oluşumu, CH₄ ve CO₂ oluşumu, pH, NH₃-N, OMS ve ME değerleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada en düşük CH₄ üretimi % 2,5 dozundan elde edilmiştir (P<0,05). Okaliptus yaprağının % 2 düzeyinde YKO'ya ilavesi pH ve NH₃-N değerlerini istatistiksel olarak düşürmüştür (P<0,05). Yonca kuru otuna okaliptüs yaprağı ilavesinin CO₂, OMS ve ME parametrelerini de dozların artışına bağlı olarak düşürdüğünü bildirmişlerdir (P<0,05).

Canbolat ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, YKO'nun kimyasal bileşimlerini, *in vitro* gaz üretimini, ME ve OMS'yi incelemiştir. Çalışma sonunda YKO'nun ADF içeriği % 26,60, NDF içeriği % 40,44 ve ham kül (HK) içeriği % 5,88 olarak bulunmuştur (P<0,05). Yonca kuru otunun *in vitro* gaz üretim miktarı inkübasyon sürelerine (3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat) bağlı olarak artış göstermiştir. Inkübasyon süresi 96. saat sonunda 70,80 mL gaz ürettiği saptanmıştır (P<0,05). Yonca kuru otunun ME içeriği 10,88 MJ/kg KM, NEL içeriği 6,57 MJ/kg KM, OMS ise % 73,91 olarak saptanmıştır (P<0,05).

Denek ve ark. (2014)'nin yapmış oldukları çalışmada, mısır silajı, YKO ve buğday samanına akasya, biberiye, okaliptüs ve asma yapraklarının katılması ile CH₄ oluşumunun azaldığı saptanmıştır (P<0,01). Çalışmada *in vitro* gaz oluşum miktarı 24 saat sonunda en düşük (139,54-141,43 mL/g KM) akasya ve biberiye yapraklarından elde edilirken, en düşük CH₄ gazı üretimi (% 6,93) biberiyeden elde edilmiştir (P<0,01). *In vitro* 24. saat NH₃-N değerleri kıyaslandığında en düşük NH₃-N değeri okaliptus yaprağından elde edilmiştir. Yonca kuru otuna farklı seviyelerde yaprak ilavesi (akasya, biberiye, okaliptus ve asma) *in vitro* 24. saat CH₄ miktarı ile pH, NH₃-N, OMS ve ME'yi etkilemiştir (P<0,01). En düşük CH₄ üretimi (17,16 mL/g KM ve % 9,05), kuru maddeye %10 düzeyinde okaliptus yaprağı ilave edilen uygulamadan elde edilmiştir (P<0,01). *In vitro* 24. saat NH₃-N değerleri karşılaştırıldığında yaprak ilavesinin genel

olarak NH₃-N değerini azaltmadığı, aksine arttırdığı gözlenmiştir (P<0,01). İn vitro OMS ve ME değerleri genel olarak tüm yaprak ve seviye katkısında azaldığı; ancak % 5 ve % 10 seviyesinde asma, % 1 seviyesinde biberiye yaprağı ilavesi ile arttığı belirlenmiştir (P<0,01). En düşük *in vitro* OMS ve ME değerleri okalıptus yaprağı ilavesi ile elde edilmiştir. Yonca kuru otuna ilave edilen tüm seviyelerdeki biberiye yaprağı *in vitro* gaz üretim miktarı, CH₄, OMS ve ME parametrelerindeki artışlara yol açmıştır (P<0,01).

Günel ve ark. (2014), rumen sıvısına farklı dozlarda (0, 125, 250 ve 500 mg/L) okalıptüs esansiyel yağı ilavesinin *in vitro* NH₃-N üretimi, UYA profili ve pH'ya etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda rumen sıvısına okalıptüs yağı ilavesinin AA, PA ve AA/PA oranı ve pH'yı etkilemediği (P>0,05), NH₃-N üretiminde ise artışa neden olduğu saptanmıştır (P<0,05).

Jahani-Azizabadi ve ark. (2014), YKO'ya kekik yağının farklı dozlarını (35, 70, 140 ve 280 µl L⁻¹) katmışlar, oluşan *in vitro* rumen fermantasyonu ve sindirilebilirlik düzeyini araştırmışlardır. Buna göre kekik yağının 140 ve 280 µl L⁻¹ dozları KMS ve NH₃-N üretimini düşürmüştür. Kekik yağının en yüksek dozu olan 280 µl L⁻¹ NDF sindirimi, *in vitro* gaz ve CH₄ üretimi ayrıca HPS üzerine azaltıcı etkiye sahip olduğunu saptanmıştır.

Mariam ve ark. (2014), 3 baş rumen kanüllü Bark ırkı koyun kullanarak yaptıkları çalışmada rumen sıvılarına 0, 400 ve 800 µl/kg dozlarında okalıptüs, nane ve kekik yağı ilave ederek 3, 6, 9, 12 ve 24 saat inkübasyon süresi boyunca *in vitro* gaz ve CH₄ üretimine, KMS, OMS, rumen pH'sına ve NH₃-N üretimine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda rasyona farklı dozlarda esansiyel yağ ilavesinin *in vitro* gaz oluşumuna, CH₄ üretimine ve rumen pH'sına önemli derecede etki etmediği saptanmıştır (P>0,05). Araştırmacılar aynı zamanda esansiyel yağların 800 µl/kg dozları KMS, OMS ve NH₃-N üretimini düşürdüğünü bildirmişlerdir (P<0,01).

Khorrani ve ark. (2015), 4 baş rumen kanüllü ineğin rumen sıvısına 500 mg kekik yağı dozu ilavesinin KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi ve rumen fermantasyonuna etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda kullanılan kekik yağı dozunun sindirime etki

etmediği sonucuna varılmıştır ($P>0,05$). Bununla birlikte kekik yağının PA miktarını artırdığı buna karşılık TUYA, BA ve AA/PA ile CH_4 üretimini azalttığı saptanmıştır.

Patra ve Yu (2015) yapmış oldukları çalışmada, 2 baş rumen kanüllü Jersey ineğinin rumen sıvısına 250 g/L dozunda sarımsak yağı ilave etmiş *in vitro* gaz oluşumu, CH_4 üretimi, NH_3-N üretimi ve UYA'ya etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar alışma sonucunda sarımsak yağının gaz oluşumu, CH_4 ve NH_3-N üretimi ile beraber KM ve NDF sindirimine de azaltıcı etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca sarımsak yağının TUYA miktarı üzerine azaltıcı etkisinin olduğunu, sarımsak yağının AA, BA ve VA oranlarını artırırken, PA oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Cobellis ve ark., (2016) ise 2 baş rumen kanüllü Jersey ineğinin rumen sıvısına 1,125 mL/L dozunda okaliptüs yağı ilave ederek *in vitro* gaz, CH_4 ve NH_3-N üretimi, TUYA, KMS, NDF sindirimi ve pH'ya etkisini araştırmışlardır. Buna göre rumen sıvısına okaliptüs yağı ilavesinin *in vitro* gaz, NH_3-N ve CH_4 üretimi ile TUYA ve pH'yı azalttığı saptanmıştır ($P<0,01$). Okaliptüs yağı ilavesinin KMS'yi azaltmasına karşın ($P<0,01$), NDF sindirimine önemli düzeyde etki etmediği bildirilmiştir ($P>0,05$). Ayrıca okaliptüs yağının, AA ve PA oranını azaltırken BA, VA ve AA/PA oranını artırdığı saptanmıştır ($P<0,01$).

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan Materyali

Araştırmanın hayvan materyalini Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden temin edilen 3 baş rumen kanüllü Merinos-Kıvırcık melezi koç oluşturmuştur. Rumen kanüllü koçlar rumen sıvısı alımı döneminde yonca kuru otu ve yoğun yem karması (% 17 HP, 2700 kcal/kg ME) ile yaşama payı x 1,25 düzeyinde yemlenmiştir. Yemleme günde iki öğün (08.⁰⁰-17.⁰⁰ saat/gün) olarak uygulanmıştır. Yemlemede kullanılan yoğun yem karması buğday, arpa ve mısır danesi, ayçiçeği tohumu küspesi, mermer tozu, tuz, mineral ve vitamin karışımından oluşmuştur. Hayvanlara verilen yoğun/kaba yem oranı 60:40 olarak düzenlenmiştir. Hayvanlara sürekli temiz içme suyu sağlanmış, ayrıca önlerinde sürekli yalama taşı bulundurulmuştur.

3.1.2. Yem Materyali

Araştırmanın yem materyalini ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan yonca kuru otu (YKO) oluşturmuştur. Yonca materyali Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden sağlanmıştır. Yonca tam çiçeklenme döneminde hasat edilmiş ve 65°C'de kurutma dolabında kurutulmuş 1 mm elek çapında öğütülerek araştırmada kullanılmıştır.

3.1.3. Esansiyel Yağ Materyali

Araştırmada kullanılan esansiyel yağlar sarımsak (katalog no: W250309), nane (katalog no: W284815), kekik (katalog no: W306509) ve portakal (katalog no: W282510) esansiyel yağları ticarî bir firmadan (Sigma-Aldrich) temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yem Materyalinin Hazırlanması ve Deneme Deseni

Araştırmada kullanılan YKO'nun ham besin maddeleri saptanmış ve Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yonca kuru otunun ham besin maddeleri bileşimi (%).

Besin maddeleri	Besin maddeleri bileşimi (%)
Kuru madde	94,00
Organik maddeler	88,28
Ham kül	7,72
Ham protein	20,43
Ham yağ	3,35
Sellüloz	24,65
Hemisellüloz	10,28
NDF	40,16
ADF	29,88
ADL	5,23

NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%); ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%); ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin (%)

Araştırma 2 aşamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmanın birinci aşamasında *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır. Bu teknik yardımıyla rumen sıvısına uygulanacak sarımsak, nane, kekik, portakal esansiyel yağı ve farklı dozlarının (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg esansiyel yağ/L) YKO'nun *in vitro* gaz üretimi, OMS, ME ve rumen sıvısı parametreleri (rumen pH, NH₃-N, AA, PA, BA, izobütirik asit (İBA), valerik asit (VA) ve izovalerik asit (İVA)) üzerine etkisi saptanmıştır.

Araştırmanın ikinci aşamasında Daisy inkübatör cihazı kullanılarak kekik, nane, portakal ve sarımsak esansiyel yağı ve farklı dozlarının (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg esansiyel yağ/L) YKO'nun gerçek KMS ile HPS, NDF ve ADF sindirimine etkisi belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan deneme deseni esansiyel yağlar ve farklı dozlara (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg esansiyel yağ/L) göre belirlenmiş ve Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme deseni ve denemenin yürütülme planı.

Esansiyel yağlar, (EY)	EY, mg/L*
Sarımsak yağı, (SY)	0
	200
	400
	800
	1200
Nane yağı, (NY)	0
	200
	400
	800
	1200
Kekik yağı, (KY)	0
	200
	400
	800
	1200
Portakal yağı, (PY)	0
	200
	400
	800
	1200

*: Her bir yem örneği 3 tekerrür halinde çalışılmıştır.

3.2.2. İn Vitro Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması

İn vitro koşullarda YKO'nun sindirilebilirlik özellikleri ile gaz üretim miktarlarının saptanmasında Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen “*İn Vitro* Gaz Üretim Tekniği”nden yararlanılmıştır. Uygulamada kullanılan yem materyali (YKO) ile esansiyel yağ (sarımsak yağı, nane yağı, kekik yağı ve portakal yağı) ve farklı dozlarının (0, 200, 400, 800, 1200 mg esansiyel yağ/L) *in vitro* gaz üretim tekniğiyle yapay rumen ortamında fermantasyona tabi tutulmuştur. Yöntemde yemlerin gaz üretimini saptayabilmek için uçlarına silikon hortum ve hortum kıskacı takılan 100 mL hacimli özel cam şırıngalar (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) kullanılmıştır. Şırıngalara YKO'dan 200 ± 10 mg tartılmıştır. Şırınganın sadece piston kısmına, gaz oluştuğu zaman kolay hareket edebilmesi için vazelin sürülmüştür. Her bir yem örneği (YKO), esansiyel yağ (sarımsak yağı, nane yağı, kekik yağı, portakal yağı) ve farklı esansiyel yağ dozları (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg esansiyel yağ/L) için 3 paralel olmak üzere toplam her bir esansiyel yağ için 51 adet deneme örneği hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra kör deneme (sadece rumen sıvısı: yapay tükürük karışımı içerecek cam şırıngalar) için ise 3 paralel şırınga hazırlanmış ve tüm şırıngalar numaralandırılmıştır.

3.2.3. Yapay Tükürük Çözeltilisinin Hazırlanması

Yapay tükürük hazırlamak için kullanılan çözeltilerin kimyasal yapısı ve miktarları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Yapay tükürük çözeltisi hazırlanırken bir yandan da rumen kanüllü 3 baş Merinos-Kıvırcık melezi koçtan rumen sıvısı alınmıştır. Elde edilen rumen sıvısı, sıcaklığını kaybetmesine izin vermeyecek şekilde 2 kat tülbent beziyle süzülükten sonra hazırlanan yaklaşık 1000 mL'lik yapay tükürük çözeltisine 500 mL rumen sıvısı ilave edilmiştir. Cam balon içerisindeki rumen sıvısı/yapay tükürük karışımının (1/2) iyice karışmasını sağlamak için 15 dakika süre ile karıştırma işlemine devam edilmiştir. Süre sonunda hazırlanan rumen sıvısı/yapay tükürük karışımından yarı otomatik bir pipet yardımıyla yem örnekleri bulunan cam şırıngalara 30 mL (yapay tükürük/rumen sıvısı karışımı) ilave edilmiştir. Rumen sıvısı ilavesi öncesi rumen sıvısına esansiyel yağlar

(sarımsak yağı, nane yağı, kekik yağı ve portakal yağı) ve farklı dozları (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg esansiyel yağ/L) ilave edilmiştir. Daha sonra şırıngaların ucunda bulunan hortum kısılacı kapatılarak 39°C su sıcaklığına sahip termostatlı su banyosuna yerleştirilmiş ve bu şekilde gaz üretimi için inkübasyona bırakılmıştır. Cam şırıngalarda oluşan gaz hacmi 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyon süreleri sonunda kaydedilmiştir. Üretilen gaz miktarları, Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen $y=a+b(1-e^{-ct})$ modele göre Neway bilgisayar programında hesaplanmıştır.

Çizelge 3.3. Yapay tükürük hazırlamak için kullanılan çözeltilerin kimyasal yapısı ve kullanılan miktarlar.

Kimyasal malzemeler	Makro mineral çözeltisi, (g/L)	Mikro mineral çözeltisi, (g/100 mL)	Tampon çözeltisi, (g/L)	Resazurin çözeltisi, (g/100 mL)
Na ₂ HPO ₄	5,7	--	--	--
KH ₂ PO ₄	6,2	--	--	--
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,6	--	--	--
CaCl ₂ .2H ₂ O	--	13,2	--	--
MnCl ₂ .4H ₂ O	--	10,0	--	--
CoCl ₂ .6H ₂ O	--	1,0	--	--
FeCl ₂ .6H ₂ O	--	0,8	--	--
NaHCO ₃	--	--	35,0	--
NH ₄ HCO ₃	--	--	4,0	--
C ₁₂ H ₆ O ₄ Na	--	--	--	0,1

Na₂HPO₄: Disodyum fosfat; KH₂PO₄: Mono potasyum fosfat; MgSO₄.7H₂O: Magnezyum sülfat heptahidrat; CaCl₂.2H₂O: Kalsiyum klorür dihidrat; MnCl₂.4H₂O: Manganez klorür tetrahidrat; CoCl₂.6H₂O: Kobalt diklorür heksahidrat; FeCl₂.6H₂O: Demir klorür heksahidrat; NaHCO₃: Sodyum bikarbonat; NH₄HCO₃: Amonyum bikarbonat; C₁₂H₆O₄Na: Resazurin

Eşitlikte;

a = kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı, mL

b= çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim miktarı, mL

c = çözünemeyen fraksiyonların (b) gaz üretim oranı (saat⁻¹)

a+b = potansiyel gaz üretimi, mL

t= inkübasyon süresi, saat (s)

y= t süresince üretilen gaz miktarı

Kaba yemler için;

Yem ham maddelerinin metabolik enerji (ME) üretimi ve organik madde sindirimi (OMS) Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen aşağıdaki eşitliklerle saptanmıştır.

$$\text{OMS, \%} = 15,38 + 0,8453 \times \text{GÜ} + 0,0595 \times \text{HP} + 0,0675 \times \text{HK}$$

$$\text{ME, MJ/kg KM} = 2,20 + 0,1357 \times \text{GÜ} + 0,0057 \times \text{HP} + 0,0002859 \times \text{HY}^2$$

$$\text{NEL (MJ/kg KM)} = 0,096 \times \text{GÜ} + 0,0038 \times \text{HP} + 0,001173 \times \text{HY}^2 + 0,54$$

(ME: Metabolik enerji; OMS: Organik madde sindirimi; NEL: Net enerji laktasyon)

(GÜ: 200 mg kuru yem örneğinin 24 saat inkübasyon süresi sonundaki net gaz üretimi,

HP: % ham protein, HY: % ham yağ ve HK: % ham kül).

Deneme sonunda (96. saat) şırıngalar içerisinde bulunan rumen sıvısında pH, TUYA ile AA, PA, BA, İBA, VA ve İVA gibi bireysel UYA saptanmıştır. Aynı zamanda rumen sıvısında NH₃-N analizi de yapılmıştır.

Yem ham maddelerinin *in vitro* ortamda fermentasyonu sonucunda oluşan CO₂ ve CH₄ gazları ise inkübasyon sonunda elde edilen rumen sıvılarında yapılan UYA'dan yararlanarak aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmıştır (Blümmel ve ark. 1997, Getachew ve ark. 2000, Makkar 2005).

$$\text{Karbondioksit, CO}_2 = \text{Asetik asit} / 2 + \text{Propiyonik asit} / 4 + 1,5 \times \text{Butirik asit}$$

$$\text{Metan, CH}_4 = (\text{Asetik asit} + 2 \times \text{Butirik asit}) - \text{CO}_2$$

Hesaplamalarda kullanılan UYA'ların konsantrasyonu ise *mmol* olarak alınmıştır.

3.2.4. Daisy İnkübatör Tekniği ile Yemlerin Sindirilebilir Besin Maddelerinin Saptanması

Bu yöntemin uygulanmasında “Daisy^{II} Incubator” cihazı (Ankom, Daisy Incubator^{II}, U.S.A.) kullanılmıştır (Anonim, 2017). Uygulamanın bu aşamasında denemede kullanılan YKO ile esansiyel yağ ve farklı dozlarının yapay rumen ortamında (*in vitro* koşullarda) sindirilebilirlik özellikleri incelenmiştir. Bu bağlamda YKO’nun KM sindirilebilir besin maddeleri ile HP, NDF ve ADF gibi hücre duvarı bileşenlerinin sindirilme düzeyleri saptanmıştır. Yöntemin uygulaması ise aşağıda açıklanarak verilmiştir.

Denemenin bu aşamasında da aynı YKO ile esansiyel yağ (sarımsak, nane, kekik ve portakal) ve farklı dozları (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) kullanılmıştır. Denemede yem örneklerinin hazırlanması aynı *in vitro* gaz üretim tekniği yönteminde de olduğu gibi planlanmış ve yürütülmüştür.

3.2.5. Yem Örneklerinin Hazırlanması ve Denemenin Yürütülmesi

Yem örneklerinin içerisine konacağı filtre torbalar (F57) numaralandırılmış ve kurutularak daraları alınmıştır (D1). Daha sonra filtre torbalar içerisine her bir yem ham maddesinden ve her bir esansiyel yağ dozu için üç paralel olacak şekilde 0,5 g yem örneği tartılmıştır (Çizelge 3.4’e göre). Daha sonra torbalar 48 saat 65°C’de etüvde (Nüve, FN500, Türkiye) kurutularak tekrar tartılarak (D2) kaydedilmiş ve yem örnekleri inkübasyona hazır hale getirilmiştir.

Daha sonra Çizelge 3.4’de verilen A ve B çözeltileri 39°C’de ısıtılmış ve B çözeltisinden yaklaşık 266 mL alınmış “Daisy^{II} inkübatör” cihazının yem örneği koyma kavanozuna ilave edilmiştir. Aynı şekilde kavanoz içerisine yaklaşık 1300 mL A çözeltisi ilavesi ile hazırlanan 1600 mL tampon çözeltisinin pH’sı 6,8 olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan ve yaklaşık 1600 mL tampon çözelti içerisine yem örnekleri bulunan filtre torbalar yerleştirilmiştir. Kavanozların kapakları kapatılarak kavanoz içerisine CO₂ gazı uygulanmıştır. Daha sonra her bir kavanoz içerisine üç baş rumen kanüllü koçtan elde edilen rumen sıvısından 400 mL ilave edilmiştir. Bu şekilde her bir yem ham maddesi için 5 adet kavanoz hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kavanozlara

sırasıyla 0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L olacak şekilde esansiyel yağlar ilave edilmiştir. Bu şekilde deneme her bir esansiyel yağ (sarımsak, nane, kekik ve portakal) için ayrı ayrı olmak üzere, 4 farklı deneme şeklinde düzenlenmiştir. Bu sayede yapay rumen ortamındaki yemlerin besin maddeleri sindirimi üzerine esansiyel yağ ve farklı dozlarının (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) etkileri ortaya konulmuştur.

Çizelge 3.4. Tampon çözeltinin hazırlanması.

Çözeltiler	Çözelti Bileşimleri
A çözeltisi	10,0 g KH ₂ PO ₄ , 0,5 g MgSO ₄ ·7H ₂ O, 0,5 g NaCl, 0,1 g CaCl ₂ ·2H ₂ O, 0,5 g üre alınır ve 1 L saf suda çözündürülür.
B çözeltisi	15,0 g Na ₂ CO ₃ , 1,0 g Na ₂ S ₉ H ₂ O alınır ve 1 L saf suda çözündürülür.

KH₂PO₄: Mono potasyum fosfat; MgSO₄·7H₂O: Magnezyum sülfat heptahidrat; CaCl₂·2H₂O: Kalsiyum klorür dihidrat; Na₂CO₃: Sodyum karbonat; Na₂S₉H₂O: Sodyum sülfür nonahidrat

İnkübasyon sonunda yapay rumen ortamından çıkarılan ve içerisinde yem örneği bulunan filtre torbalar çözelti kalıntısı kalmaması için iyi bir şekilde yıkanarak çözeltiden arındırılmış ve daha sonra etüvde (Nüve, FN500, Türkiye) 65°C’de 48 saat kurutularak tartılmıştır (D₃). Daha sonra yapılan tartım işlemleri ile yemlerin KM sindirilebilirlikleri aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\text{KM sindirilebilirliği, \%} = \frac{D_3 - D_1}{D_2 - D_1} \times 100$$

Yemlerin yapay rumen ortamında esansiyel yağ ve farklı dozlarının KM, HP, NDF ve ADF sindirilebilirliklerinin saptanmasında ise yemlerin inkübasyon öncesi ve inkübasyon sonrası yapılacak KM, HP, NDF ve ADF analizlerinden yararlanarak sindirilme dereceleri hesaplanmıştır.

3.2.6. Kimyasal Analizler

Yonca kuru otu kurutulduktan sonra 1 mm elek çapına sahip laboratuvar değirmeninde (Elmeksan, E.M.S. 101-TİP, Türkiye) öğütülerek kimyasal analiz, gaz üretimi ile yemlerin sindirilebilirliklerinin saptanması amacıyla kullanılmıştır. Yonca kuru otunun

KM içeriklerini saptamak için 105°C'de 3 saat etüvde kurutularak, HK içeriği içinde 525°C'de 4 saat kül fırınında (Nüve, MF120, Türkiye) yakılmıştır. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodundan yararlanılmıştır. Ham protein ise $N \times 6.25$ formülü ile hesaplanmıştır (AOAC 1990). Ham yağ analizi de AOAC (1990)'da bildirilen yöntemle yapılmıştır. Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, ADF ve ADL ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre saptanmış ve hücre duvarı bileşenlerinin saptanmasında Fiber Analiz cihazından (ANKOM, A220, U.S.A.) yararlanılmıştır.

Yonca kuru otunun KM sindirilme derecesi ile NDF ve ADF sindirilebilirlikleri Blümmel ve ark. (1998) ve Castillejos ve ark. (2005)'nin bildirdikleri yöntemlere göre yapılmıştır.

3.2.7. Rumen Sıvısı Analizleri

Toplanan rumen sıvısının pH'sı örnekler alınır alınmaz 0,01 hassasiyette dijital pH metre (Sartorius, PB-20, Germany) ile saptanmıştır.

Amonyak azotu analizi için rumen sıvısı alındıktan sonra tülbentten süzülüş ve 100 mL rumen sıvısı için 0,5 mL 1 M HCl asit ilave edilerek analiz edileceği zamana kadar -20°C'de derin dondurucuda (Uğur UDD, 500 BK, Türkiye) saklanmıştır. Aynı şekilde UYA analizi için alınan rumen sıvısı 3000 dönü/dakika (rpm) santrifüj (Sigma, 6K15, Germany) edilmiş daha sonra üstte biriken kısımdan 10 mL alınmış ve üzerine 2,0 mL % 25'lik fosforik asit ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan rumen sıvısı tekrar santrifüj edilerek analiz anına kadar -20°C'de derin dondurucuda saklanmıştır (Erwin ve ark. 1961).

Rumen sıvısı parametrelerinden NH₃-N Kjeldahl metodundan yararlanarak Blümmel ve ark. (1997)'nin bildirdikleri yöntemle göre saptanmıştır. Toplam uçucu yağ asitleri ve bileşimi (AA, PA, BA, İBA, VA ve İVA) ise Erwin ve ark. (1961) ile Wiedmeier ve ark. (1987)'nin önerdiği yöntemle yapılmıştır. Bu yöntemle UYA analizinde gaz kromatografisinden (Agilent, 6890N, U.S.A.) yararlanılmıştır.

3.2.8. İstatistik Analizler

Deneme tesadüf parsellerinde (4x5) iki faktörlü deneme desenine göre planlanmış ve istatistik modeli aşağıda verilmiştir:

$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$ şeklindedir.

Y_{ijk} = i'inci esansiyel yağın j'inci esansiyel yağ dozunun l'inci gözlem değeri

μ = Genel ortalama

α_i = i'inci esansiyel yağın etkisi (i = 4; 1 = SY, 2 = NY, 3 = KY, 4 = PY)

β_j = j'inci esansiyel yağ dozu etkisi (j = 5; 1 = 0 mg, 2 = 200 mg, 3 = 400 mg, 4 = 800, 5 = 1200 mg/L)

$\alpha\beta_{ij}$ = i'inci esansiyel yağ ile j'inci esansiyel yağ dozları arasındaki interaksiyonun etkisi

ϵ_{ijk} = Deneme hatası

Araştırmadan elde edilen bulgular arasındaki farklılıkların belirlenmesinde varyans analizi (General Linear Model), ortalamalar arasında görülen farklılıkların önem seviyesinin belirlenmesinde ise TUKEY testinden yararlanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde MINITAB (Minitab Inc. USA, release 17.1) paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmadan elde edilen bulgular ve tartışma bölümü konu sırasına göre aşağıda verilmiştir.

4.1. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının *In Vitro* Gaz Üretimi Üzerine Etkisi (mL)

Farklı esansiyel yağ (sarımsak yağı, nane yağı, kekik yağı, portakal yağı) ve dozlarının (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) *in vitro* gaz üretimi içerikleri saptanmış ve Çizelge 4.1'de, esansiyel yağların *in vitro* gaz üretiminin zamana bağlı değişimleri Şekil 4.1'de, esansiyel yağ dozlarının *in vitro* gaz üretiminin zamana bağlı değişimi ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

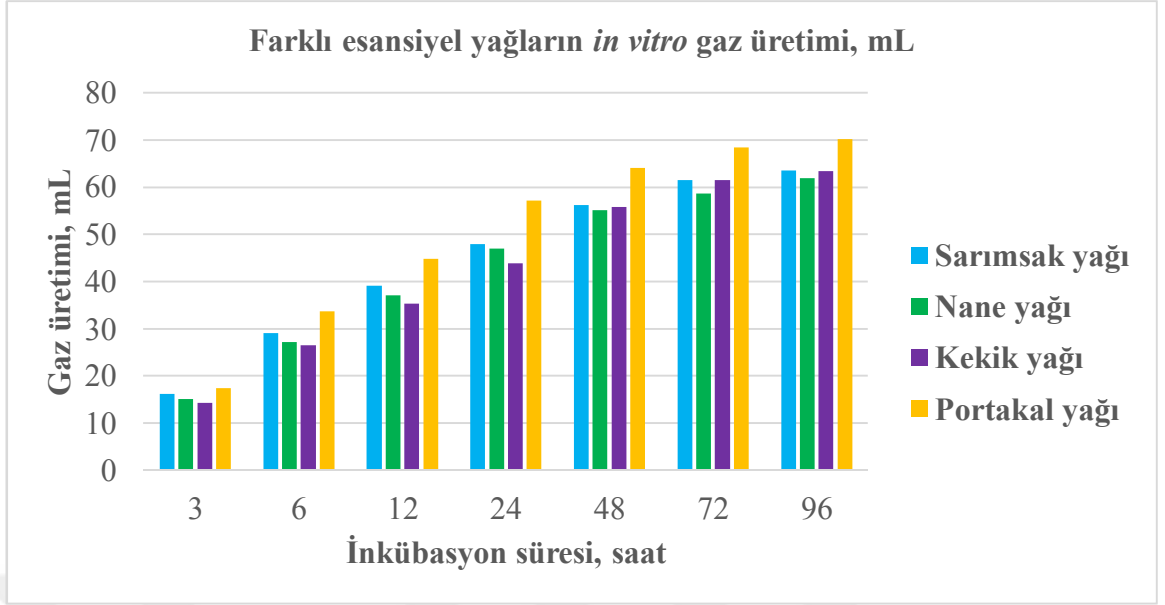
Çalışmada kullanılan farklı esansiyel yağ ve dozlarının *in vitro* rumen fermentasyonu sonucu açığa çıkan *in vitro* gaz üretimleri 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat aralıklarla saptanmıştır. Tüm esansiyel yağ ve dozları ile interaksiyon etkileri tüm inkübasyon süreleri boyunca önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Rumen sıvısına ilave edilen tüm esansiyel yağların *in vitro* gaz üretimi inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak artış göstermiştir. 96 saat inkübasyon süresince esansiyel yağlar için *in vitro* gaz üretim değerleri 61,87 mL ile 70,12 mL arasında değişmiştir. Gaz üretimi üzerine esansiyel yağların etkisi incelendiğinde 70,12 mL ile en yüksek gaz üretimi portakal yağında saptanmış, bunu sırasıyla sarımsak, kekik ve nane yağı izlemiştir. Sarımsak ve kekik yağının *in vitro* gaz üretim değerleri arasında ise herhangi bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). *In vitro* gaz üretimi değerlerinde esansiyel yağ dozlarının artmasıyla birlikte azalma gerçekleşmiş ve en yüksek *in vitro* gaz üretimi 77,17 mL ile kontrol grubunda saptanmıştır. Gaz üretiminde en etkili doz 1200 mg/L bulunmuştur (53,11 ml).

Çizelge 4.1. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının *in vitro* gaz üretimi (mL) içerikleri.

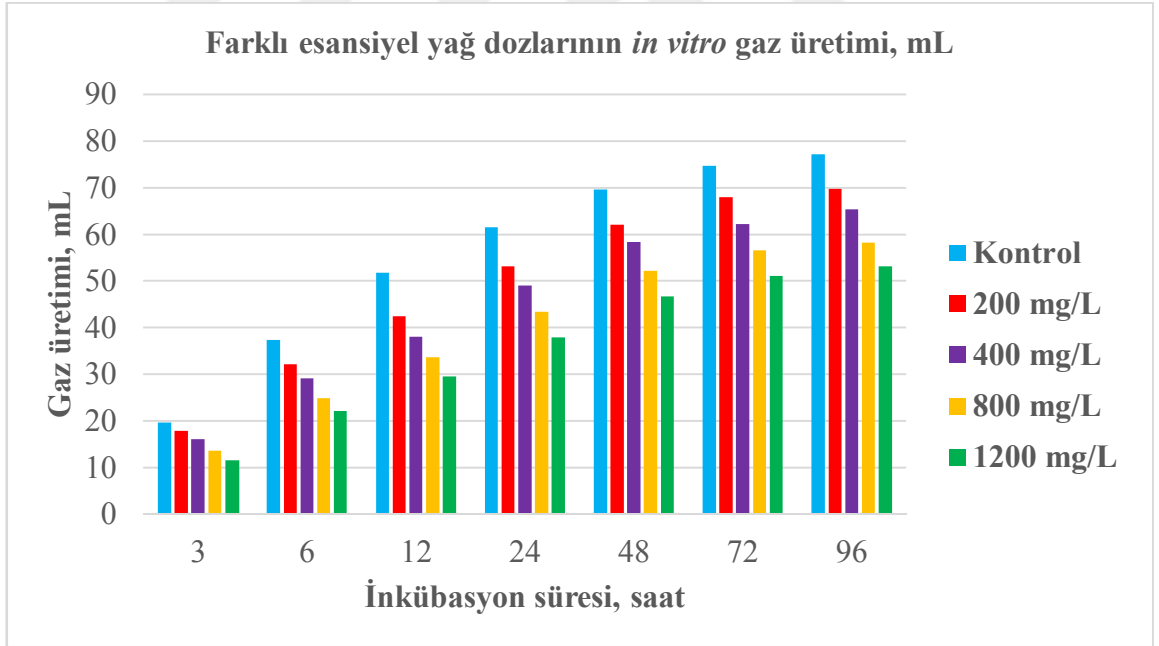
Etkiler	İnkübasyon süresi, saat							
	3	6	12	24	48	72	96	
Esansiyel yağ								
Sarımsak yağı	16,20 ^b	29,07 ^b	39,15 ^b	47,98 ^b	56,22 ^b	61,45 ^b	63,52 ^b	
Nane yağı	15,08 ^c	27,23 ^c	37,15 ^c	47,02 ^b	55,08 ^c	58,68 ^c	61,87 ^c	
Kekik yağı	14,35 ^c	26,55 ^c	35,35 ^d	43,82 ^c	55,76 ^{bc}	61,43 ^b	63,44 ^b	
Portakal yağı	17,46 ^a	33,64 ^a	44,78 ^a	57,19 ^a	64,01 ^a	68,35 ^a	70,12 ^a	
SH	0,214	0,283	0,280	0,268	0,263	0,261	0,244	
	**	**	**	**	**	**	**	
Doz								
0	19,67 ^a	37,33 ^a	51,83 ^a	61,50 ^a	69,67 ^a	74,67 ^a	77,17 ^a	
200	17,88 ^b	32,15 ^b	42,50 ^b	53,10 ^b	62,08 ^b	67,90 ^b	69,79 ^b	
400	16,12 ^c	29,09 ^c	38,06 ^c	49,01 ^c	58,31 ^c	62,18 ^c	65,42 ^c	
800	13,60 ^d	24,90 ^d	33,60 ^d	43,44 ^d	52,15 ^d	56,52 ^d	58,19 ^d	
1200	11,60 ^e	22,15 ^e	29,54 ^e	37,96 ^e	46,64 ^e	51,12 ^e	53,11 ^e	
SH	0,239	0,316	0,313	0,300	0,294	0,292	0,273	
	**	**	**	**	**	**	**	
Esansiyel yağ x doz								
Sarımsak yağı	0	19,67 ^a	37,33 ^a	51,83 ^a	61,50 ^a	69,67 ^a	74,67 ^a	77,17 ^a
	200	18,67 ^a	28,17 ^{bc}	39,17 ^d	46,83 ^d	56,50 ^d	64,67 ^d	66,50 ^d
	400	16,83 ^{bc}	27,67 ^{bcd}	36,83 ^{def}	45,83 ^{def}	55,17 ^{de}	60,50 ^e	62,33 ^e
	800	14,50 ^{de}	26,17 ^{cde}	34,67 ^{fg}	44,50 ^{efg}	52,83 ^f	56,33 ^f	58,17 ^f
	1200	11,33 ^f	26,00 ^{cde}	33,25 ^g	41,25 ^{hi}	46,92 ^g	51,08 ^g	53,42 ^g
Nane yağı	0	19,67 ^a	37,33 ^a	51,83 ^a	61,50 ^a	69,67 ^a	74,67 ^a	77,17 ^a
	200	18,17 ^{ab}	35,17 ^a	45,83 ^c	55,67 ^b	64,17 ^b	67,83 ^c	70,17 ^c
	400	14,83 ^d	27,00 ^{bcd}	33,50 ^g	44,25 ^{fg}	53,00 ^{ef}	55,50 ^f	62,42 ^e
	800	11,50 ^f	20,00 ^f	29,25 ^h	39,25 ⁱ	47,50 ^g	50,83 ^g	53,42 ^g
	1200	11,25 ^{fg}	16,67 ^g	25,33 ⁱ	34,42 ^j	41,08 ^h	44,58 ⁱ	46,17 ⁱ
Kekik yağı	0	19,67 ^a	37,33 ^a	51,83 ^a	61,50 ^a	69,67 ^a	74,67 ^a	77,17 ^a
	200	15,50 ^{cd}	28,25 ^{bc}	36,00 ^{ef}	46,58 ^{de}	59,33 ^c	66,25 ^{cd}	68,00 ^d
	400	14,31 ^{de}	25,68 ^{de}	33,59 ^g	42,94 ^{gh}	56,73 ^d	60,58 ^e	63,10 ^e
	800	12,75 ^{ef}	24,25 ^e	32,33 ^g	39,83 ⁱ	51,58 ^f	57,42 ^f	59,17 ^f
	1200	9,50 ^g	17,25 ^g	23,00 ⁱ	28,25 ^k	41,50 ^h	48,25 ^h	49,75 ^h
Portakal yağı	0	19,67 ^a	37,33 ^a	51,83 ^a	61,50 ^a	69,67 ^a	74,67 ^a	77,17 ^a
	200	19,17 ^a	37,00 ^a	49,00 ^b	63,33 ^a	68,33 ^a	72,83 ^{ab}	74,50 ^b
	400	18,50 ^{ab}	36,00 ^a	48,33 ^b	63,00 ^a	68,33 ^a	72,17 ^b	73,83 ^b
	800	15,67 ^{cd}	29,17 ^b	38,17 ^{de}	50,17 ^c	56,67 ^d	61,50 ^e	62,00 ^e
	1200	14,31 ^{de}	28,68 ^b	36,59 ^{ef}	47,94 ^{cd}	57,06 ^d	60,58 ^e	63,10 ^e
SH	0,478	0,632	0,626	0,599	0,588	0,584	0,545	
	**	**	**	**	**	**	**	

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01**; P<0,05*).

ÖD: Ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir. SH: Standart Hata Ortalaması



Şekil 4.1. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının *in vitro* gaz üretiminin zamana bağlı değişimi (mL).



Şekil 4.2. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) *in vitro* gaz üretimlerinin zamana bağlı değişimi (mL).

Esansiyel yağ x doz interaksyonunun *in vitro* gaz üretimine etkisi incelendiğinde genel bağlamda kontrol grubuna göre inkübasyon süresi ve doz artışına bağlı olarak *in vitro* gaz üretim miktarında düşüş saptanmıştır ($P<0,01$). 96 saat sonunda *in vitro* gaz üretim değerleri 46,17 mL ile 77,17 mL arasında değişmiştir. İnteraksyonun etkisi kontrol grubu ile karşılaştırıldığında *in vitro* gaz üretiminde azalma gerçekleşmiştir ($P<0,01$). Bu azalma kontrol grubuna göre (77,17 mL) sarımsak yağında 53,42 mL, kekik yağında 49,75 mL, portakal yağında 63,10 mL, nane yağında 46,17 mL olarak daha düşük bulunmuştur. Sonuç olarak diğer yağlar ile karşılaştırıldığında en düşük *in vitro* gaz üretimi nane yağının 1200 mg/L dozundan elde edilmiştir (46,17 mL).

Araştırmada kullanılan sarımsak, nane, kekik ve portakal yağının rumen sıvısına ilave edilmesi sonucunda *in vitro* gaz üretimini düşürmesinin esansiyel yağların yapısında bulunan bileşenlerin antimikrobiyel etki göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir (Evans ve Martin 2000, Benchaar ve ark. 2007a, Calsamiglia ve ark. 2007, Benchaar ve Greathead 2011). Bununla birlikte esansiyel yağların yapısında bulunan bileşenlerin antimikrobiyel etkisi rumen mikroorganizmalarını baskı altına alarak sayılarının azalmasına yol açmıştır (Newbold ve ark. 2004). Esansiyel yağların *in vitro* gaz üretiminde azaltıcı rol oynadığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Benchaar ve ark. 2007a, Benchaar ve ark. 2007b, Agarwal ve ark. 2009, Canbolat ve ark. 2011, Kamalak ve ark. 2011). Bu çalışmada elde edilen bulgular söz konusu araştırmacıların bulgularını desteklemektedir.

4.2. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının *İn Vitro* Gaz Üretimi Parametreleri Üzerine Etkisi

Araştırma sonucunda elde edilen farklı esansiyel yağ ve dozlarına ait *in vitro* gaz üretim parametreleri saptanmış ve Çizelge 4.2’de, esansiyel yağların *in vitro* gaz üretiminin parametrelere bağlı değişimi Şekil 4.3’de ve esansiyel yağ dozlarının *in vitro* gaz üretimlerinin parametrelerine bağlı değişimi ise Şekil 4.4’de verilmiştir.

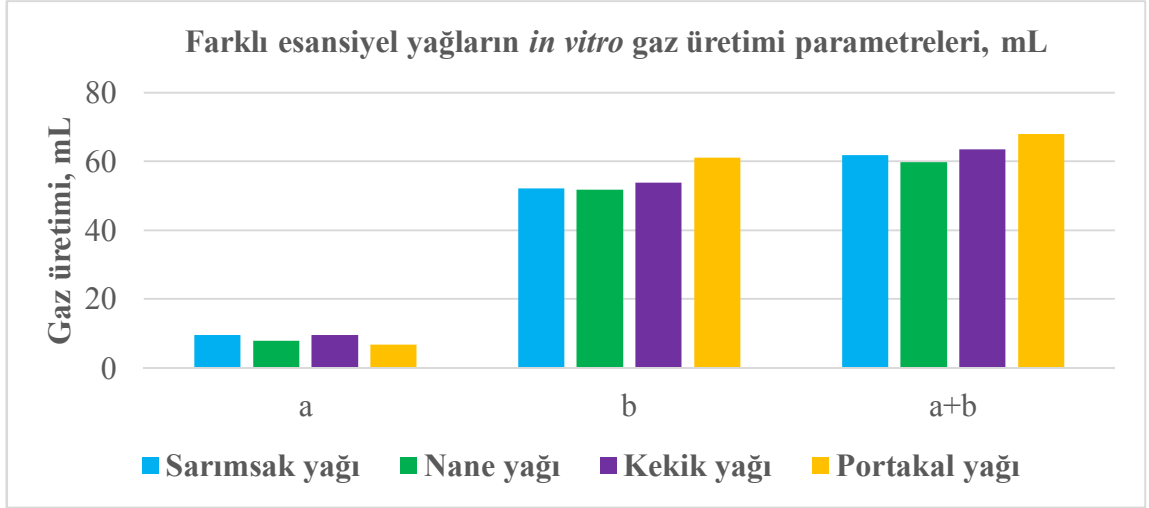
Çizelge 4.2. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının *in vitro* gaz üretim (mL) parametreleri.

Etkiler	Gaz üretim parametreleri				
	a	b	c	a+b	
Esansiyel yağ					
Sarımsak yağı	9,58 ^a	52,20 ^c	0,064 ^b	61,78 ^c	
Nane yağı	7,91 ^b	51,82 ^c	0,064 ^b	59,74 ^d	
Kekik yağı	9,66 ^a	53,90 ^b	0,048 ^c	63,57 ^b	
Portakal yağı	6,76 ^b	61,19 ^a	0,079 ^a	67,96 ^a	
SH	0,343	0,384	0,156	0,283	
	**	**	**	**	
Doz					
0	7,48 ^b	66,36 ^a	0,085 ^a	73,85 ^a	
200	10,52 ^a	58,04 ^b	0,063 ^b	68,56 ^b	
400	9,70 ^a	54,20 ^c	0,058 ^{bc}	63,91 ^c	
800	8,01 ^b	49,25 ^d	0,057 ^{bc}	57,27 ^d	
1200	6,67 ^b	46,04 ^e	0,055 ^c	52,72 ^e	
SH	0,384	0,430	0,175	0,316	
	**	**	**	**	
Esansiyel yağ x doz					
Sarımsak yağı	0	7,48 ^{efgh}	66,36 ^a	0,085 ^a	73,85 ^a
	200	15,17 ^a	50,98 ^{de}	0,043 ^e	66,15 ^b
	400	12,29 ^{ab}	49,03 ^{ef}	0,051 ^{de}	61,33 ^{cd}
	800	8,55 ^{cdef}	48,30 ^{efg}	0,061 ^{cd}	56,87 ^e
	1200	4,39 ⁱ	46,31 ^{fg}	0,080 ^{ab}	50,72 ^g
Nane yağı	0	7,48 ^{efgh}	66,36 ^a	0,085 ^a	73,85 ^a
	200	9,13 ^{cde}	58,50 ^b	0,078 ^{ab}	67,63 ^b
	400	11,39 ^{bc}	48,11 ^{efg}	0,048 ^{de}	59,51 ^d
	800	5,74 ^{fghi}	46,41 ^{fg}	0,054 ^{de}	52,16 ^{fg}
	1200	5,81 ^{fghi}	39,72 ^h	0,052 ^{de}	45,54 ^h
Kekik yağı	0	7,48 ^{efgh}	66,36 ^a	0,085 ^a	73,85 ^a
	200	12,21 ^b	56,18 ^{bc}	0,042 ^e	68,39 ^b
	400	10,52 ^{bcd}	52,64 ^d	0,044 ^e	63,16 ^c
	800	9,96 ^{bcde}	49,29 ^{ef}	0,043 ^e	59,26 ^{de}
	1200	8,14 ^{defg}	45,04 ^g	0,028 ^f	53,18 ^f
Portakal yağı	0	7,48 ^{efgh}	66,36 ^a	0,085 ^a	73,85 ^a
	200	5,55 ^{ghi}	66,50 ^a	0,090 ^a	72,07 ^a
	400	4,60 ^{hi}	67,03 ^a	0,090 ^a	71,65 ^a
	800	7,80 ^{defg}	52,99 ^{cd}	0,070 ^{bc}	60,79 ^{cd}
	1200	8,34 ^{defg}	53,07 ^{cd}	0,061 ^{cd}	61,42 ^{cd}
SH	0,768	0,859	0,035	0,632	
	**	**	**	**	

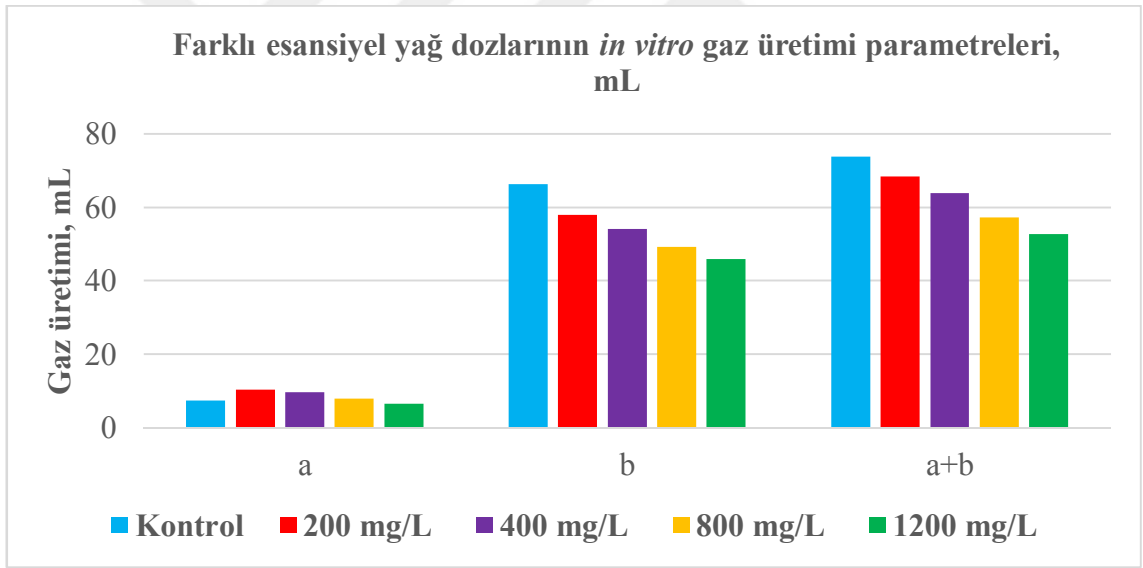
Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01**;
P<0,05*).

ÖD: Ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir. SH: Standart Hata Ortalaması

a: kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı (mL); b: çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim miktarı (mL); a+b: potansiyel gaz üretimi (mL); c: çözünemeyen fraksiyonların (b) gaz üretim oranı (saat⁻¹)



Şekil 4.3. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının *in vitro* gaz üretimlerinin parametrelere bağlı değişimi (mL).



Şekil 4.4. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) *in vitro* gaz üretiminin parametrelere bağlı değişimi (mL).

Farklı esansiyel yağ ve dozları arasındaki interaksyonlar tüm *in vitro* gaz üretim parametreleri açısından önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Çizelge 4.2’de esansiyel yağlar için zamana bağlı çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim oranı “c” istatistiki olarak portakal yağında en yüksek saptanmış ($0,079\text{ s}^{-1}$) bunu sırasıyla sarımsak yağı=nane yağı>kekik yağı izlemiştir ($P<0,01$). Kekik yağında ise en düşük bulunmuştur ($0,048\text{ s}^{-1}$). Esansiyel yağların kolay çözünebilen fraksiyonlarına ait gaz miktarı “a” en yüksek kekik yağında (9,66 mL) gözlenmiş, bunu sırasıyla sarımsak ve nane yağı izlemiştir. Portakal yağında ise en düşük değer elde edilmiştir (6,76 mL). Sarımsak ve kekik yağı arasında kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı değerleri açısından herhangi bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Gaz üretim miktarının zamana bağlı olarak ifadesi olarak tanımlanan “b” değeri bakımından en yüksek değer portakal yağında (61,19 mL), en düşük değer ise nane yağında (51,82 mL) saptanmıştır. Diğer yandan esansiyel yağların potansiyel gaz üretim miktarının bir ifadesi olan “a+b” değeri bakımından en yüksek değer portakal yağında (67,96 mL) en düşük değer ise nane yağında (59,74 mL) tespit edilmiştir.

Kullanılan doz miktarının *in vitro* gaz üretim parametrelerine etkisine bağlı olarak yapılan karşılaştırmada, bütün parametreler için doz miktarının artmasına bağlı olarak azalma söz olmuştur ($P<0,01$). Buna göre çözünemeyen fraksiyonların *in vitro* gaz üretim miktarı “b” en yüksek kontrol grubunda (66,36 mL), en düşük ise 1200 mg/L dozunda (46,04 mL) saptanmıştır. Doz miktarının kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı “a” değeri açısından en yüksek değer 200 mg/L doz miktarında (10,52 mL), en düşük değer 1200 mg/L dozunda saptanmıştır. 200 mg/L ve 400 mg/L esansiyel yağ dozları arasında “a” değeri açısından herhangi bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Doz miktarının zamana bağlı çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim oranına (c) etkisi incelendiğinde en yüksek değer kontrol grubundan ($0,085\text{ s}^{-1}$) elde edilmiş en düşük değere ise 1200 mg/L dozunda ($0,055\text{ s}^{-1}$) bulunmuştur. Doz miktarının potansiyel gaz üretimi değerine “a+b” etkisi en yüksek kontrol grubundan (73,85 mL), en düşük 1200 mg/L dozunda saptanmıştır (52,72 mL).

Araştırmada esansiyel yağ x doz interaksyonunun *in vitro* gaz üretim parametreleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Esansiyel yağ x doz interaksyonunun gaz üretim parametrelerine (b, c, a+b) etkisi kontrol grubuna göre azalma gerçekleşmiştir. İnteraksyonun kolay çözünebilen fraksiyonların gaz miktarına “a” etkisi doz seviyesi arttıkça kekik yağı ve portakal yağı için arttırıcı şekilde gerçekleşmiştir. Kolay çözünebilen fraksiyonların gaz miktarı “a” değerleri kontrol grubu (7,48 mL) ile karşılaştırıldığında en yüksek değer sarımsak yağının 200 mg/L dozunda (15,17 mL), en düşük değer de sarımsak yağının 1200 mg/L dozunda (4,39 mL) saptanmıştır. Çizelge 4.2’de de görüldüğü interaksyonun çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim miktarına “b” etkisi 39,72 mL ile 67,03 mL değerleri arasında değişmiştir. Kontrol grubu (66,36 mL) ile karşılaştırıldığında en yüksek değer portakal yağının 400 mg/L dozunda (67,03 mL) saptanırken, en düşük değer ise nane yağının 1200 mg/L (39,72 mL) dozunda bulunmuştur. İncelenen parametrelerden “b” değerindeki azalmaya yönelik en etkili nane yağının 1200 mg/L dozunda saptanmıştır. Gaz üretim miktarının zamana bağlı olarak ifadesi olarak tanımlanan “b” değeri bakımından portakal yağının 200 mg/L dozu ile 400 mg/L dozları kontrol grubuyla aynı etkiyi göstermiş, aralarında istatistiki olarak herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır ($P>0,05$). İnteraksyonun zamana bağlı gaz üretim oranına “c” etkisi incelendiğinde kontrol grubuna ($0,085\text{ s}^{-1}$) göre en yüksek değer portakal yağının 200 ve 400 mg/L dozunda ($0,090\text{ s}^{-1}$) en düşük değer ise kekik yağının 1200 mg/L dozunda ($0,028\text{ s}^{-1}$) saptanmıştır. İnteraksyonun gaz üretim oranına (c) etkisi açısından portakal yağının 200 mg/L ve 400 mg/L dozları “b” değerinde olduğu gibi kontrol grubuyla aynı etkiyi göstermiş ve aralarında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır ($P>0,05$). Zamana bağlı gaz üretim oranı “c” açısından da en azaltıcı etki kekik yağının 1200 mg/L dozunda olmuştur. İnteraksyonun potansiyel gaz üretimi değerine “a+b” etkisi en yüksek kontrol grubunda (73,85 mL), en düşük değer ise nane yağının 1200 mg/L dozunda (45,54 mL) saptanmıştır. Potansiyel gaz üretimi değeri “a+b” açısından ise portakal yağının 200 ve 400 mg/L dozları kontrolle aynı etkiyi göstermiş olup aralarında herhangi farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$).

4.3. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının NEL, ME ve OMS Üzerine Etkisi

Farklı esansiyel yağ ve dozlarının NEL, ME ve OMS üzerine etkileri saptanmış ve Çizelge 4.3'de verilmiştir. Esansiyel yağ ve dozlarının NEL, ME, OMS üzerine değişimi ise Şekil 4.5. ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Farklı esansiyel yağ ve dozları arasındaki interaksiyon saptanan tüm parametreler için istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Çizelge 4.6'ya göre esansiyel yağların YKO'nun OMS'ye etkisi % 54,16 ile % 65,46 değerleri arasında değişmiştir. Araştırmada esansiyel yağların OMS'ye etkisi açısından en yüksek değere portakal yağında (% 65,46) ulaşılmış, bunu sırasıyla sarımsak (% 57,68), nane (% 56,86) ve kekik yağları (% 54,16) izlemiştir. Sarımsak ve nane yağı arasında YKO'nun OMS'ye etkisi açısından herhangi bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Araştırmada bu sonuca göre kekik yağının OMS'yi en olumsuz etkileyen esansiyel yağ olduğu sonucuna varılmıştır ($P<0,01$). Çizelge 4.6'ya göre esansiyel yağ dozlarının YKO'nun OMS'ye etkisi incelendiğinde en yüksek bulguların kontrol grubunda (% 69,11) elde edilmesine rağmen, esansiyel yağ dozlarının artışına bağlı olarak OMS düşmüştür. Organik madde sindirimindeki azalma üzerine en etkili doz ise 1200 mg/L (% 49,21) olmuştur.

Esansiyel yağ x doz interaksiyonundaki YKO'nun OMS'ye etkisi incelendiğinde kontrol grubuna (% 69,11) göre OMS'de azalma gözlenmiştir. Bu azalma sırasıyla portakal % 57,65, sarımsak % 51,99, nane % 46,21 ve kekik yağında % 41,00 şeklinde bulunmuştur. Portakal yağının 200 mg/L ve 400 mg/L dozları kontrol grubuyla OMS üzerine aynı etkiyi vermiştir. Buna göre kullanılan esansiyel yağ ve artan dozların OMS'yi olumsuz yönde etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu esansiyel yağlardan kekik yağı OMS'yi en fazla olumsuz etkileyen yağ olmuştur.

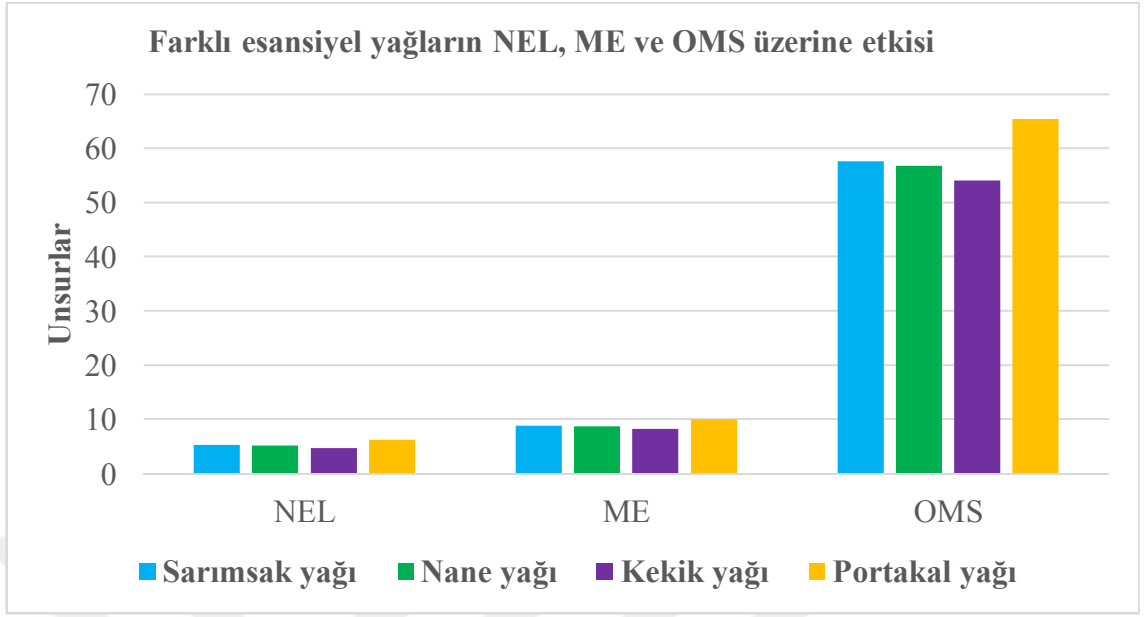
Çizelge 4.3. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının NEL, ME ve OMS içerikleri.

Etkiler		NEL	ME	OMS
Esansiyel yağ				
	Sarımsak yağı	5,28 ^b	8,83 ^b	57,68 ^b
	Nane yağı	5,16 ^b	8,70 ^b	56,86 ^b
	Kekik yağı	4,80 ^c	8,27 ^c	54,16 ^c
	Portakal yağı	6,33 ^a	10,08 ^a	65,46 ^a
	SH	0,311 **	0,363 **	0,227 **
Doz	0	6,83 ^a	10,67 ^a	69,11 ^a
	200	5,86 ^b	9,53 ^b	62,01 ^b
	400	5,39 ^c	8,97 ^c	58,55 ^c
	800	4,75 ^d	8,22 ^d	53,84 ^d
	1200	4,12 ^e	7,47 ^e	49,21 ^e
	SH	0,347 **	0,405 **	0,253 **
Esansiyel yağ x doz				
	Sarımsak yağı	0	6,83 ^a	10,67 ^a
		200	5,14 ^d	8,67 ^d
		400	5,03 ^{def}	8,54 ^{def}
		800	4,87 ^{efg}	8,36 ^{efg}
		1200	4,50 ^{hi}	7,92 ^{hi}
	Nane yağı	0	6,83 ^a	10,67 ^a
		200	6,16 ^b	9,88 ^b
		400	4,84 ^{fg}	8,32 ^{fg}
		800	4,27 ⁱ	7,65 ⁱ
		1200	3,71 ^j	6,99 ^j
	Kekik yağı	0	6,83 ^a	10,67 ^a
		200	5,11 ^{de}	8,64 ^{de}
		400	4,69 ^{gh}	8,15 ^{gh}
		800	4,34 ⁱ	7,73 ⁱ
		1200	3,00 ^k	6,15 ^k
	Portakal yağı	0	6,83 ^a	10,67 ^a
		200	7,04 ^a	10,91 ^a
		400	7,00 ^a	10,87 ^a
		800	5,53 ^c	9,13 ^c
		1200	5,27 ^{cd}	8,83 ^{cd}
	SH	0,695 **	0,811 **	0,507 **

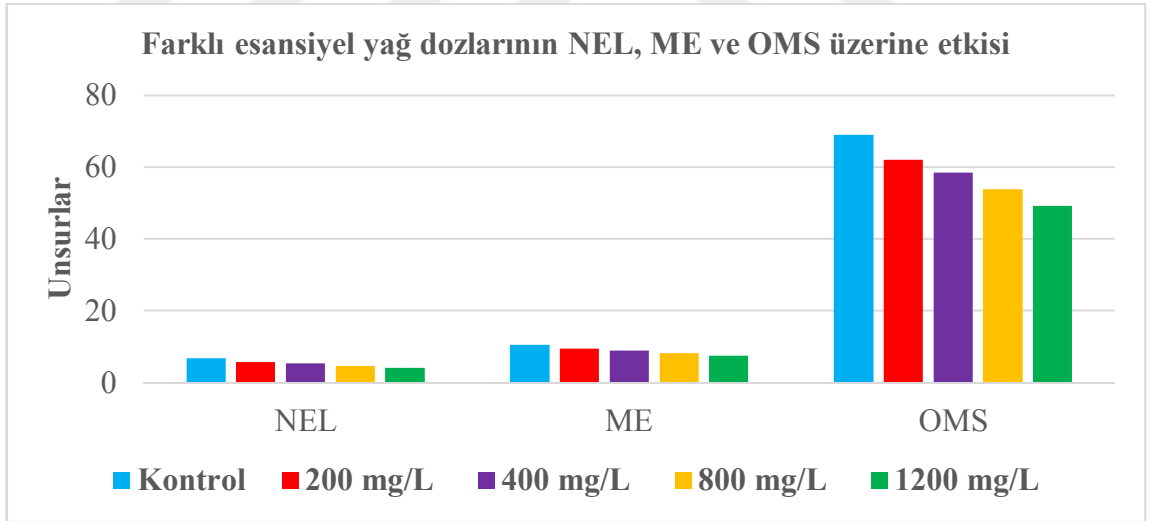
Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01**;
P<0,05*).

ÖD: Ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir. SH: Standart Hata Ortalaması

NEL: Net enerji laktasyon (MJ/kg KM); ME: Metabolik enerji (MJ/kg KM); OMS: Organik madde sindirimi (%)



Şekil 4.5. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının NEL, ME ve OMS üzerine değişimi.



Şekil 4.6. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) NEL, ME ve OMS üzerine değişimi.

Çizelge 4.6. esansiyel yağ çeşitlerinin YKO'nun ME düzeyi üzerine etkisi açısından değerlendirildiğinde YKO'nun ME değerleri 8,27 MJ/kg KM ile 10,08 MJ/kg KM arasında değişmiştir. Esansiyel yağların YKO'nun ME düzeyine etkisi incelendiğinde en yüksek portakal yağında (10,08 MJ/kg KM) saptanmış ve bunu sırasıyla sarımsak (8,83 MJ/kg KM), nane (8,70 MJ/kg KM) ve kekik (8,27 MJ/kg KM) yağları izlemiştir ($P<0,01$). Sarımsak ve nane yağları arasında YKO'nun ME düzeyine etkisi açısından herhangi farklılık görülmemiştir ($P>0,05$).

Esansiyel yağ dozlarının YKO'nun ME üzerine etkisi incelendiğinde ise en yüksek ME değeri kontrol grubunda (10,67 MJ/kg KM) saptanmıştır. Kullanılan esansiyel yağ dozlarının artışına bağlı olarak YKO'nun ME değeri azalmıştır. Esansiyel yağ dozlarından 1200 mg/L (7,47 MJ/kg KM) YKO'nun ME düzeyini en fazla etkileyen doz olmuştur.

Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun YKO'nun ME düzeyine etkisi incelendiğinde YKO'nun ME değeri kontrol grubuna (10,67 MJ/kg KM) göre azalmıştır. Bu azalma sırasıyla portakal yağında 8,83 MJ/kg KM, sarımsak yağında 7,92 MJ/kg KM, nane yağında 6,99 MJ/kg KM ve kekik yağında 6,15 MJ/kg KM olarak gerçekleşmiştir. Portakal yağının 200 mg/L ve 400 mg/L dozları aynı YKO'nun OMS'de olduğu gibi ME değerinde de kontrol grubuyla aynı etkiyi göstermiştir. Buna göre kullanılan esansiyel yağların artan dozlarının YKO'nun ME düzeyini de olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu esansiyel yağlardan ME değeri bakımından en olumsuz etkiye kekik yağında rastlanmıştır ve en düşük ME değeri kekik yağında bulunmuştur (6,15 MJ/kg KM).

Çizelge 4.6' ya göre esansiyel yağların YKO'nun NEL'e etkisi 4,80 MJ/kg KM ile 6,33 MJ/kg KM değerleri arasında % 1 olasılık düzeyinde değişmiştir. Esansiyel yağların YKO'nun NEL'e etkisi sırasıyla en yüksek portakal yağında (6,33 MJ/kg KM) gerçekleşirken onu sırasıyla sarımsak (5,28 MJ/kg KM), nane (5,16 MJ/kg KM) ve kekik (4,80 MJ/kg KM) yağları izlemiştir. Sarımsak ve nane yağları arasında YKO'nun NEL'e etkisi açısından herhangi bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Buna göre

esansiyel yağ çeşitlerinden kekik yağının YKO'nun NEL'e etkisi diğer yağlara göre daha fazla olumsuz etkilenmiş ve daha düşük bulunmuştur ($P<0,01$).

Esansiyel yağ dozlarının YKO'nun NEL düzeyine etkisi incelendiğinde en yüksek NEL değeri 6,83 MJ/kg KM ile kontrol grubunda bulunmuştur. Kullanılan esansiyel yağ dozlarının artışına bağlı olarak YKO'nun NEL değeri azalmıştır. En fazla etkileyen doz 1200 mg/L dozu olmuştur (4,12 MJ/kg KM).

Esansiyel yağ x doz interaksyonunun YKO'nun NEL düzeyine etkisi incelendiğinde YKO'nun NEL değeri kontrol grubuna (6,83 MJ/kg KM) göre azalmıştır. Bu azalma dozların artışına bağlı olarak sırasıyla portakal 5,27 MJ/kg KM, sarımsak 4,50 MJ/kg KM, nane 3,71 MJ/kg KM ve kekik yağında 3,00 MJ/kg KM olarak gerçekleşmiştir. Portakal yağının 200 mg/L ve 400 mg/L dozları aynı YKO'nun OMS ve ME değerlerinde olduğu gibi NEL değerinde de kontrole aynı etkiyi vermiştir. Buna göre kullanılan esansiyel yağların artan dozlarının YKO'nun OMS ve ME düzeylerinden sonra NEL düzeyini de olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu olumsuz etki özellikle kekik yağında diğer yağlara göre daha fazla olmuştur.

Araştırma sonucunda elde edilen OMS, ME ve NEL düzeyinin kullanılan esansiyel yağ çeşidi ve dozlarına bağlı olarak düştüğü belirlenmiştir. Bu düşüşün nedeninin, esansiyel yağların rumendeki mikroorganizmaların işlevini azaltması sonucu rumen fermantasyonunu baskılamasından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim Benchaar ve ark. (2007a), Calsamiglia ve ark. (2007), Garcia ve ark. (2007), Benchaar ve Greathead (2011) ve Canbolat ve ark. (2011)'in bulguları bu sonuçları desteklemektedir. Friedman ve ark. (2002), Agarwal ve ark. (2009), Benchaar ve Greathead, (2011) ve Canbolat ve ark. (2011) esansiyel yağ asitlerinin antimikrobiyal özellik göstererek rumen ortamını değiştirdiğini ve rumende oluşan UYA ile gaz üretimini düşürdüğünü bildirmişlerdir. *İn vitro* gaz üretimi sonuçlarında olduğu gibi, *in vitro* gaz üretimi verileri kullanılarak saptanan OMS ve ME içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Ayrıca McIntosh ve ark. (2003) rumende UYA üretiminin düşmesi sonucunda yemlerin sindiriminin ve selülotik enzim aktivitesinin azalması ile esansiyel yağların kullanımı arasında ilişki olduğunu saptamışlardır. Yonca kuru otunun OMS ve ME üzerine en etkili esansiyel yağ kekik

yağı olmuş bunu sırasıyla nane, sarımsak ve portakal yağları izlemiştir. En etkili esansiyel yağ dozu ise 1200 mg/L olmuştur. Araştırma bulguları daha önce benzer konuda çalışan Canbolat ve ark. (2011), Canbolat (2012), Talebzadeh ve ark. (2012) ve Akçil ve Denek (2013) ile uyumlu bulunmuştur.

4.4. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkisi

Farklı esansiyel yağ ve dozlarının TUYA, AA, PA, BA miktarları ve AA/PA üzerine etkileri saptanmış ve Çizelge 4.4'de verilmiştir. Esansiyel yağların rumende UYA miktarları arasındaki değişimi Şekil 4.7'de, esansiyel yağ dozlarının rumende UYA miktarları arasındaki değişimi ise Şekil 4.8'de verilmiştir. Farklı esansiyel yağ ve dozları arasındaki interaksiyonun TUYA, AA, PA, BA miktarları ve AA/PA üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Buna karşılık esansiyel yağ dozlarının AA/PA üzerine etkileri arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Çizelge 4.7'e göre esansiyel yağ çeşitlerinin rumen sıvısındaki TUYA miktarlarına etkisi 83,38 mmol/L ile 125,12 mmol/L arasında değişmiştir. Buna göre esansiyel yağların TUYA miktarlarına etkisi açısından en yüksek TUYA miktarına portakal yağında (125,12 mmol/L) rastlanmıştır, bunu sırasıyla sarımsak (118,21 mmol/L), nane (115,58 mmol/L) ve kekik yağı (83,38 mmol/L) izlemiştir. Sarımsak, nane ve portakal yağları arasında herhangi farklılığa rastlanmamıştır ($P>0,05$).

Esansiyel yağ dozlarının TUYA miktarları üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Buna göre kullanılan doz miktarları kontrol grubu (157,01 mmol/L) ile karşılaştırıldığında TUYA miktarı üzerine azaltıcı etkisinin olduğu saptanmıştır ($P<0,01$). Bu azalma üzerine en etkili doz 1200 mg/L (78,53 mmol/L) olmuştur.

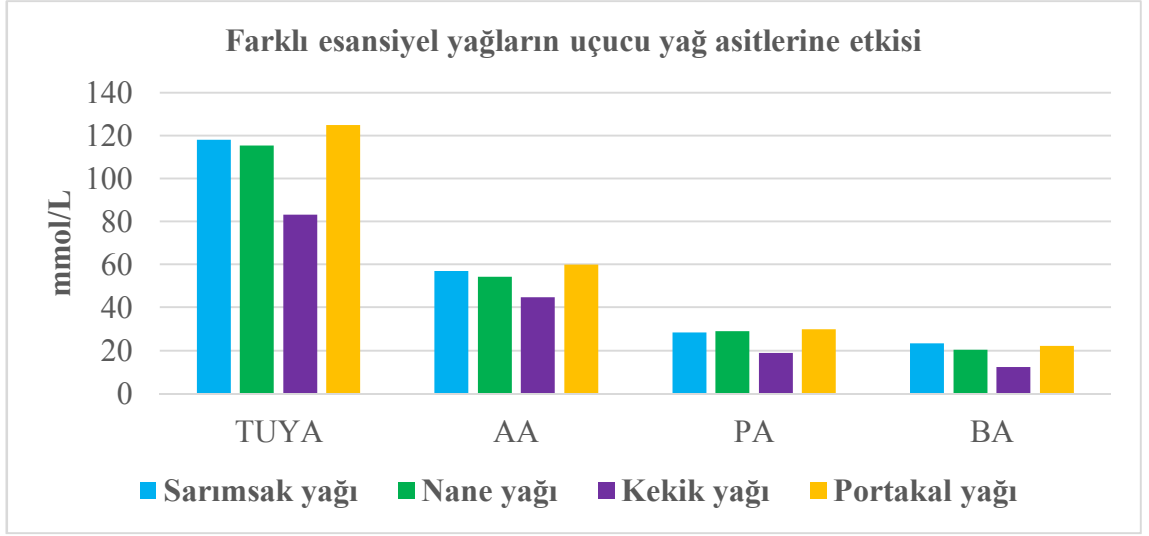
Çizelge 4.4. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının *in vitro* rumen fermantasyonu üzerine etkisi (mmol/L).

Etkiler		TUYA	AA	PA	BA	İBA	İVA	VA	AA/PA
Esansiyel yağ									
Sarımsak yağı		118,21 ^a	57,04 ^a	28,49 ^a	23,34 ^a	1,44 ^a	2,81 ^a	5,09 ^{ab}	2,00 ^b
Nane yağı		115,58 ^a	54,45 ^a	29,25 ^a	20,35 ^a	1,81 ^a	3,58 ^a	6,15 ^a	1,85 ^b
Kekik yağı		83,38 ^b	45,04 ^b	19,07 ^b	12,54 ^b	1,09 ^a	2,19 ^a	3,46 ^b	2,59 ^a
Portakal yağı		125,12 ^a	60,23 ^a	30,15 ^a	22,36 ^a	2,04 ^a	4,16 ^a	6,18 ^a	1,97 ^b
	SH	3,710	1,530	1,030	0,762	0,225	0,454	0,423	0,962
		**	**	**	**	*	*	**	**
Doz									
	0	157,01 ^a	79,61 ^a	36,32 ^a	25,19 ^a	2,95 ^a	7,00 ^a	5,94 ^{ab}	2,22
	200	127,70 ^b	62,67 ^b	30,02 ^b	22,34 ^a	2,07 ^{ab}	4,09 ^b	6,53 ^a	2,09
	400	99,04 ^c	48,95 ^c	24,35 ^{bc}	17,85 ^b	1,24 ^b	2,19 ^{bc}	4,46 ^{ab}	2,12
	800	90,59 ^{cd}	43,61 ^{cd}	23,13 ^c	17,58 ^b	0,85 ^b	1,36 ^c	4,06 ^b	2,04
	1200	78,53 ^d	36,11 ^d	19,88 ^c	15,29 ^b	0,86 ^b	1,28 ^c	5,11 ^{ab}	2,04
	SH	4,150	1,710	1,160	0,852	0,252	0,508	0,473	0,108
		**	**	**	**	**	**	**	ÖD
Esansiyel yağ x doz									
Sarımsak yağı	0	157,01 ^a	79,61 ^a	36,32 ^a	25,19 ^a	2,95	7,00	5,94 ^{abcd}	2,22 ^{abc}
	200	131,27 ^{abc}	61,81 ^{abc}	32,13 ^{ab}	22,86 ^a	1,90	2,98	9,59 ^a	1,92 ^{abc}
	400	105,93 ^{abc}	50,06 ^{cdef}	26,60 ^{abc}	22,63 ^a	1,19	2,10	3,37 ^{bcd}	1,88 ^{abc}
	800	103,92 ^{bcd}	49,53 ^{cdef}	25,26 ^{abcd}	23,94 ^a	0,60	1,05	3,55 ^{bcd}	1,96 ^{abc}
	1200	92,92 ^{bcd}	44,17 ^{cdefg}	22,13 ^{abcde}	22,11 ^a	0,55	0,94	3,02 ^{bcd}	2,00 ^{abc}
Nane yağı	0	157,01 ^a	79,61 ^a	36,32 ^a	25,19 ^a	2,95	7,00	5,94 ^{abcd}	2,22 ^{abc}
	200	122,10 ^{abc}	60,14 ^{abc}	28,54 ^{ab}	22,99 ^a	1,76	3,18	5,50 ^{abcd}	2,11 ^{abc}
	400	107,35 ^{abc}	51,24 ^{cde}	26,34 ^{abc}	20,28 ^a	1,57	3,41	4,51 ^{abcd}	1,95 ^{abc}
	800	100,29 ^{bcd}	42,57 ^{cdefg}	28,51 ^{ab}	18,10 ^a	1,38	2,14	7,59 ^{abc}	1,49 ^{bc}
	1200	91,15 ^{cde}	38,67 ^{defg}	26,55 ^{abc}	15,18 ^{ab}	1,37	2,16	7,22 ^{abcd}	1,46 ^c
Kekik yağı	0	157,01 ^a	79,61 ^a	36,32 ^a	25,19 ^a	2,95	7,00	5,94 ^{abcd}	2,22 ^{abc}
	200	113,77 ^{abc}	55,79 ^{bcd}	26,41 ^{abc}	21,63 ^a	1,66	3,18	5,10 ^{abcd}	2,11 ^{abc}
	400	53,35 ^{de}	33,11 ^{efg}	12,38 ^{cde}	5,72 ^b	0,32	0,27	1,55 ^d	2,73 ^{abc}
	800	48,34 ^e	29,91 ^{fg}	11,09 ^{de}	5,07 ^b	0,25	0,26	1,76 ^{cd}	2,79 ^{ab}
	1200	44,45 ^e	26,79 ^g	9,14 ^e	5,08 ^b	0,27	0,22	2,93 ^{bcd}	3,08 ^a
Portakal yağı	0	157,01 ^a	79,61 ^a	36,32 ^a	25,19 ^a	2,95	7,00	5,94 ^{abcd}	2,22 ^{abc}
	200	143,67 ^{ab}	72,95 ^{ab}	32,99 ^{ab}	21,85 ^a	2,95	7,00	5,94 ^{abcd}	2,22 ^{abc}
	400	129,54 ^{abc}	61,41 ^{abc}	32,08 ^{ab}	22,78 ^a	1,90	2,98	8,41 ^{ab}	1,91 ^{abc}
	800	109,80 ^{abc}	52,41 ^{bcde}	27,67 ^{ab}	23,20 ^a	1,17	2,00	3,35 ^{bcd}	1,90 ^{abc}
	1200	85,60 ^{cde}	34,80 ^{defg}	21,69 ^{bcde}	18,80 ^a	1,23	1,82	7,27 ^{abcd}	1,61 ^{bc}
	SH	8,290	3,420	2,310	1,700	0,503	1,020	0,946	0,215
		**	**	**	**	ÖD	ÖD	**	*

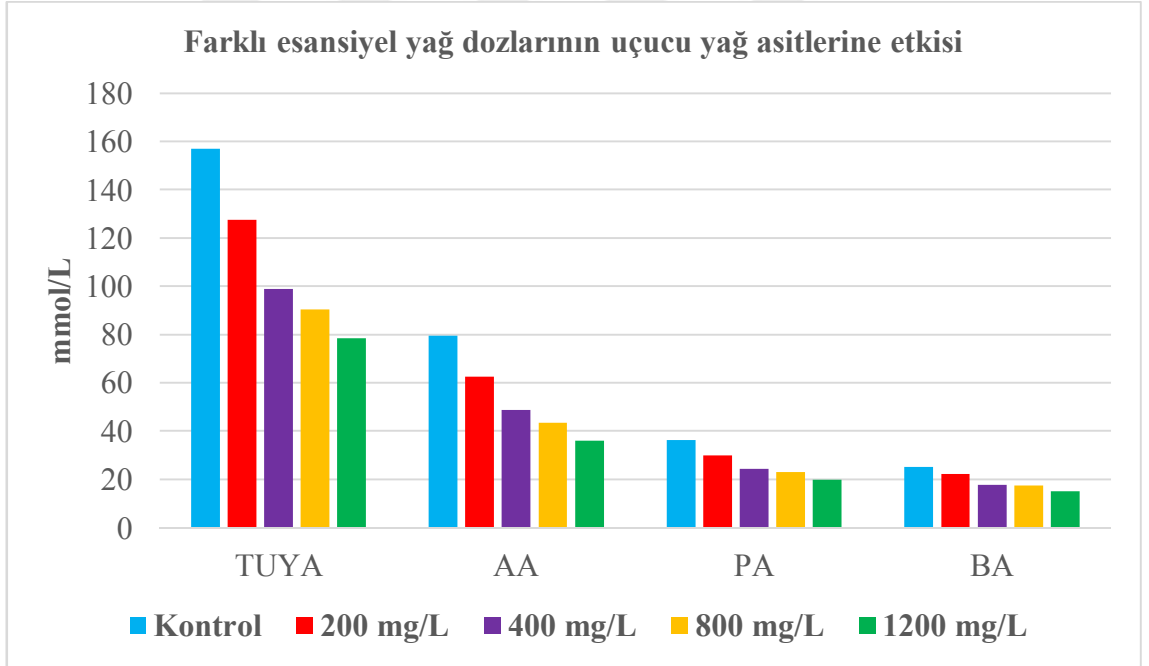
Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01**; P<0,05*).

ÖD: Ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir. SH: Standart Hata Ortalaması

TUYA: Toplam uçucu yağ asitleri; AA: Asetik asit; PA: Propiyonik asit; BA: Bütirik asit; İBA: İzo bütirik asit; İVA: İzo valerik asit; VA: Valerik asit; AA/PA: Asetik asit/propiyonik asit



Şekil 4.7. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının TUVA, AA, PA ve BA miktarları (mmol/L) arasındaki değişimi.



Şekil 4.8. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) TUVA, AA, PA ve BA miktarları (mmol/L) arasındaki değişimi.

Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun rumen sıvısındaki TUYA üzerine etkisi 44,35 mmol/L ile 157,01 mmol/L arasında değişmiştir. İnteraksiyonun rumen sıvısındaki TUYA miktarlarına etkisi kontrol grubu (157,01 mmol/L) ile karşılaştırıldığında azaltıcı yönde olmuştur ($P<0,01$). Buna göre TUYA miktarındaki azalma üzerine en etkili kekik yağının 1200 mg/L dozu (44,45 mmol/L) olmuştur. Bununla birlikte kekik yağının 800 ve 1200 mg/L dozları TUYA miktarları üzerine aynı etkiyi göstermiştir ($P>0,05$).

Esansiyel yağ çeşitlerinin rumen sıvısındaki AA miktarı üzerine etkisi 45,04 mmol/L ile 60,23 mmol/L arasında değişmiştir. Esansiyel yağların rumen sıvısındaki AA miktarına etkisi açısından en yüksek değer portakal yağında (60,23 mmol/L) saptanmış, bunu sırasıyla sarımsak (57,04 mmol/L), nane (54,45 mmol/L) ve kekik yağları (45,04 mmol/L) izlemiştir.

Esansiyel yağ dozlarının AA miktarı üzerine etkisi önemli değişim göstermiştir ($P<0,01$). Buna göre kullanılan doz miktarları kontrol grubu (79,61 mmol/L) ile karşılaştırıldığında AA miktarını azaltmıştır ($P<0,01$). Esansiyel yağ dozlarından 1200 mg/L (36,11 mmol/L) AA miktarı üzerine en azaltıcı doz olarak bulunmuştur. Ancak kullanılan dozlardan 800 ve 1200 mg/L dozları TUYA miktarlarındaki gibi AA miktarları üzerine de aynı etkiyi göstermiştir ($P>0,05$).

Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun rumen sıvısındaki AA miktarı üzerine etkisi 26,79 mmol/L ile 79,61 mmol/L arasında değişmiştir. Rumen sıvısındaki AA miktarının kontrol grubu (79,61 mmol/L) ile karşılaştırıldığında önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır ($P<0,01$). Çizelge 4.4. incelendiğinde AA miktarını en fazla azaltan kekik yağının 1200 mg/L dozu (26,79 mmol/L) olduğu sonucuna varılmıştır.

Esansiyel yağ çeşitlerinin rumen sıvısındaki PA miktarına etkisi 19,07 mmol/L ile 30,15 mmol/L değerleri arasında değişmiştir. Buna göre esansiyel yağların PA miktarına etkisi açısından en yüksek PA miktarına portakal yağında (30,15 mmol/L) rastlanmış, bunu sırasıyla nane (29,25 mmol/L), sarımsak (28,49 mmol/L) ve kekik yağı (19,07 mmol/L) izlemiştir. Kekik yağı PA miktarı açısından en etkili esansiyel yağ olarak saptanmıştır.

Esansiyel yağların rumen sıvısındaki PA miktarına sarımsak, nane ve portakal yağı aynı etkiyi göstermiş, aralarında herhangi bir farklılık saptanmamıştır ($P>0,05$).

Esansiyel yağ dozlarının rumen sıvısındaki PA miktarı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir ($P<0,01$). Buna göre kullanılan doz miktarlarının kontrol grubu (36,32 mmol/L) ile karşılaştırıldığında, PA miktarı üzerine azaltıcı etkisi olduğu saptanmıştır ($P<0,01$). Esansiyel yağ dozlarından 1200 mg/L (19,88 mmol/L) PA miktarı üzerine en etkili doz olmuştur.

Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun rumen sıvısındaki PA miktarı üzerine etkisi 9,14 mmol/L ile 36,32 mmol/L arasında değişmiştir. İnteraksiyonun rumen sıvısındaki PA miktarına etkisi kontrol grubu (36,32 mmol/L) ile karşılaştırıldığında önemli düzeyde azalmıştır ($P<0,01$). Buna göre interaksiyonun rumen sıvısındaki PA miktarını en fazla azaltan esansiyel yağ, kekik yağının 1200 mg/L dozu (9,14 mmol/L) olmuştur.

Esansiyel yağ çeşitlerinin rumen sıvısındaki BA miktarı üzerine etkisi 12,54 mmol/L ile 23,34 mmol/L arasında değişmiştir. Buna göre esansiyel yağların rumen sıvısındaki BA miktarına etkisi açısından en yüksek BA miktarına sarımsak yağında (23,34 mmol/L) rastlanmış, bunu sırasıyla portakal (22,36 mmol/L), nane (20,35 mmol/L) ve kekik yağları (12,54 mmol/L) izlemiştir.

Araştırmada esansiyel yağ dozlarının BA miktarına etkisi açısından kontrol grubu ile 200 mg/L arasında farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Dozun artmasıyla birlikte rumen sıvısındaki BA miktarı azalmış, en azaltıcı dozun 1200 mg/L olduğu sonucuna varılmıştır. Çizelge 4.4 incelendiğinde 400, 800 ve 1200 mg/L dozlarının BA miktarı üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$).

Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun rumen sıvısındaki BA miktarı üzerine etkisi 5,07 mmol/L ile 25,19 mmol/L değerleri arasında değişmiştir ve rumendeki BA miktarına kekik yağı dışındaki bütün esansiyel yağlar kontrol grubu (25,19 mmol/L) ile aynı etkiyi göstermiştir ($P>0,05$). Kekik yağının yüksek dozları (400, 800 ve 1200 mg/L) ise rumendeki BA miktarını önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0,01$).

Esansiyel yağ çeşitlerinin rumendeki AA/PA üzerine etkisi 1,85 ile 2,59 arasında değişmiştir. Buna göre esansiyel yağların rumen sıvısındaki AA/PA'ya etkisi açısından en yüksek AA/PA 2,59 ile kekik yağında saptanmış, bunu sırasıyla sarımsak (2,00), portakal (1,97) ve nane yağları (1,85) izlemiştir.

Esansiyel yağ x doz interaksyonunun rumendeki AA/PA üzerine etkisi 1,46 ile 3,08 arasında değişmiştir. Çizelge 4.4'e göre interaksyonun rumen sıvısındaki AA/PA üzerine etkisi kontrol grubu (2,22) ile karşılaştırıldığında nane ve portakal yağları için azaltıcı, kekik yağı için arttırıcı etki gösterirken ($P<0,05$), sarımsak yağı için kullanılan dozlar AA/PA üzerine herhangi bir değişim göstermemiştir ($P>0,05$). İnteraksyonun AA/PA üzerine etkisi açısından en düşük değere nane yağının 1200 mg/L dozunda (1,46) saptanırken, en yüksek değer ise kekik yağının 1200 mg/L dozunda (3,08) saptanmıştır.

Çalışmada sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı ile dozlarının izobütirik asit, izovalerik asit ve valerik asit miktarları üzerine etkileri önemli bulunmuştur ($P<0,05$; $P<0,01$). Esansiyel yağ çeşitlerinin izobütirik asit miktarlarına etkisi 1,09 mmol/L- 2,04 mmol/L arasında, izovalerik miktarlarına etkisi ise 2,19 mmol/L- 4,16 mmol/L arasında değişmiştir ($P<0,05$). Esansiyel yağ dozlarının izobütirik asit ve izovalerik asit miktarlarına etkisi 0,85 mmol/L- 2,95 mmol/L ve 1,28 mmol/L- 7,00 mmol/L arasında değişim göstermiştir ($P<0,01$). İnteraksyonunun ise izobütirik ve izovalerik asit miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Esansiyel yağ çeşitlerinin valerik asit miktarına etkisi 3,46 mmol/L ile 6,18 mmol/L arasında değişirken ($P<0,01$), Esansiyel yağ dozlarının valerik asit miktarına etkisi 4,06 mmol/L ile 6,53 mmol/L arasında, interaksyonunun valerik asit miktarı üzerine etkisi ise 1,55 mmol/L ile 8,41 mmol/L arasında değişmiştir ($P<0,01$).

Araştırmada saptanan rumen sıvısı parametreleri kullanılan esansiyel yağ çeşidi ve dozlarına bağlı olarak farklılık göstermiş olup genel olarak azalmıştır. Bu azalma esansiyel yağların antimikrobiyel etkide bulunarak rumendeki mikroorganizmaların işlevini sınırlaması ile gerçekleştiği birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Dorman ve Deans 2000, Busquet ve ark. 2006, Benchaar ve ark. 2008, Canbolat ve ark. 2010). Yapılan bazı çalışmalarda, esansiyel yağlar veya onların aktif bileşenlerinin

TUYA konsantrasyonlarında ya azalmaya neden olduğu ya da hiçbir değişiklik meydana getirmeyerek ruminal metabolizmayı etkilemediği görülmüştür (Spanghero ve ark. 2008). Spanghero ve ark. (2008)'nin, yükselen dozlardaki kekik, tarçın, thyme ve portakal kabuğu esansiyel yağlarından oluşan karışımın rumen fermantasyonuna olan etkisini araştırdıkları çalışmada, TUYA konsantrasyonlarının en yüksek dozdaki (640 µl/L) esansiyel yağ karışımında kontrole göre düşük saptanmıştır. Evans ve Martin (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, timol'ün TUYA üretimini azalttığı belirtilmiştir. Kullanılan dozlardan 400 mg/L ise AA/PA'yı yükselttiği bildirilmiştir.

Castillejos ve ark. (2008), besi sığırı rasyonları kullanarak elde ettikleri seyreltik rumen sıvısıyla hazırlanan 24 saatlik *in vitro* kültürlerde, timol ve kekik esansiyel yağlarını da kapsayan 10 farklı esansiyel yağın rumen fermantasyonu üzerine olan etkisini incelemiştir. Timol esansiyel yağının TUYA'yı artırdığı bildirilmiştir. Kekik uçucu yağının, rumen PA düzeyini, kontrole göre yalnızca 500 mg/L dozunda azalttığını bildirmişlerdir (P<0,05). Bu dozda rumende AA düzeyinin de artmasıyla, AA'nın PA'ya olan oranında önemli derecede bir artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre, kekik esansiyel yağının yüksek dozda kullanılması, rumen fermantasyonu üzerinde istenmeyen bir etki meydana getirmiş ve sığır besisinde kullanılmasının yararlı olmayacağı, düşük dozların (5, 50 mg/L) ise UYA konsantrasyonlarını artırarak rumen fermantasyonunu destekleyici etki göstereceği belirtilmiştir. Aynı şekilde Castillejos ve ark. (2006)'ı karanfil, guaiacol, limonene, timol ve vanillini 5 g/L'ye kadar çıkan dozlarda *in vitro* ortamda kullanmışlar ve tüm esansiyel yağların TUYA konsantrasyonlarını düşürdüğünü saptamışlardır. Canbolat ve ark. (2010), rumen sıvısına 50, 100, 200, 400, 600 ve 800 mg/L dozlarındaki kekik yağı ilavesinin, rumen sıvısındaki TUYA, AA, PA ve BA'yı düşürdüğünü bildirmişlerdir. Agarwal ve ark. (2009)'nin yaptıkları çalışmada, nane yağının yüksek dozları AA miktarını arttırmış (P<0,05), PA oranını azaltmıştır (P<0,01). Khorrami ve ark. (2015)'nin yapmış olduğu çalışmada, kekik yağının PA miktarını artırdığı, ancak AA/PA'yı azalttığı bulunmuştur. Toplam uçucu yağ asidi ve BA miktarı ile birlikte metan üretici bakteri miktarları arasında düşüş gözlenmiştir. Cobellis ve ark. (2016)'nin yaptıkları çalışmada, rumen sıvısına 1,125 mL/L okaliptüs yağı ilavesinin AA ve PA oranını önemli düzeyde düşürdüğü, buna karşın BA, VA ve AA/PA'yı artırdığını bildirmişlerdir (P<0,01).

Esansiyel yağların ruminant beslemede kullanımı ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda rumen sıvısı parametrelerinden TUYA, AA, PA, BA, İVA, VA ve İVA'ların esansiyel yağ ve dozlarına bağlı olarak azalması rumen mikroorganizma populasyonunun esansiyel yağların antimikrobiyal özellik göstererek sınırlanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar Evans ve Martin (2000), Canbolat (2006), Castillejos ve ark. (2006) ile Koyuncu ve Canbolat (2010)'un yapmış olduğu çalışmalar benzerlik göstermiştir.

4.5. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının Uçucu Yağ Asidi Oranları Üzerine Etkisi

Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı ve dozlarının rumen sıvısındaki AA, PA, BA oranları üzerine etkisi saptanmış ve Çizelge 4.5'de verilmiştir. Ayrıca esansiyel yağların UYA oranları arasındaki değişimi (%) Şekil 4.9'da, esansiyel yağ dozlarının UYA oranları arasındaki değişimi (%) ise Şekil 4.10'da verilmiştir. Farklı esansiyel yağ ve dozları arasındaki interaksiyonun AA ve BA oranı üzerine etkileri önemli bulunmuş ($P<0,01$; $P<0,05$), kullanılan doz ve interaksiyonun rumendeki PA oranı üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$).

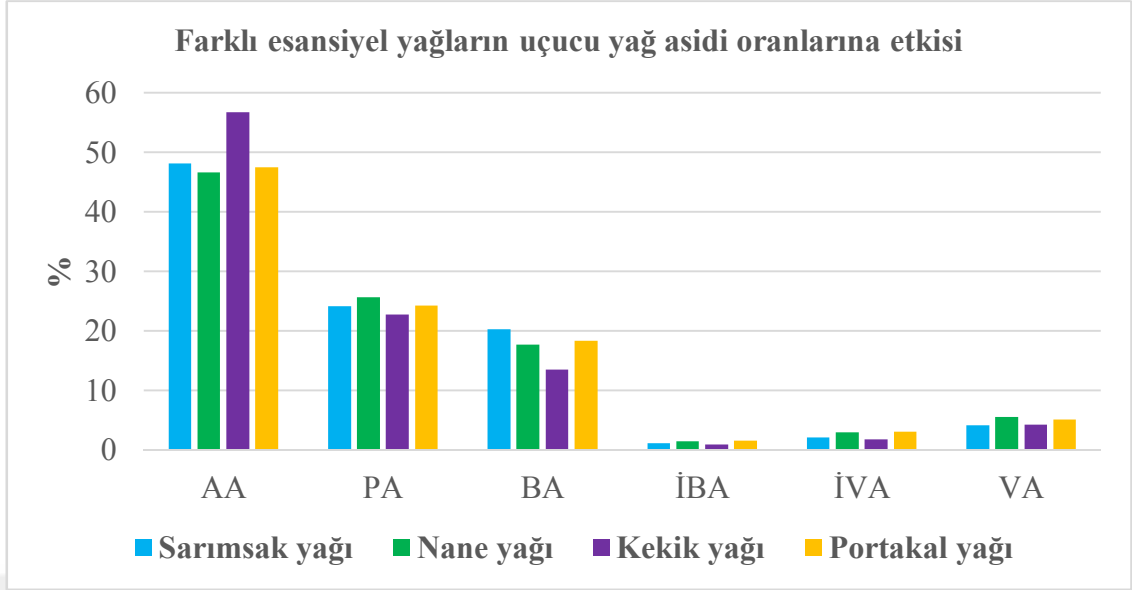
Çizelge 4.5. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının *in vitro* rumen fermantasyonundaki uçucu yağ asidi oranları (%).

Etkiler		AA	PA	BA	İBA	İVA	VA
Esansiyel yağ							
Sarımsak yağı		48,13 ^b	24,15 ^{ab}	20,31 ^a	1,11 ^{ab}	2,13 ^{ab}	4,17 ^a
Nane yağı		46,59 ^b	25,70 ^a	17,66 ^b	1,52 ^a	2,94 ^a	5,59 ^a
Kekik yağı		56,70 ^a	22,78 ^b	13,54 ^c	0,99 ^b	1,75 ^b	4,24 ^a
Portakal yağı		47,53 ^b	24,26 ^{ab}	18,38 ^b	1,56 ^a	3,11 ^a	5,17 ^a
	SH	0,759	0,578	0,190	0,108	0,249	0,401
		**	**	**	**	**	*
Doz							
	0	51,10 ^a	23,03	15,95 ^c	1,79 ^a	4,38 ^a	3,74 ^b
	200	49,04 ^a	23,50	17,63 ^{ab}	1,59 ^{ab}	3,15 ^{ab}	5,09 ^{ab}
	400	51,09 ^a	24,43	17,15 ^b	1,16 ^{bc}	2,00 ^{bc}	4,17 ^b
	800	49,75 ^a	25,38	18,18 ^{ab}	0,89 ^c	1,39 ^c	4,42 ^{ab}
	1200	47,72 ^a	24,76	18,46 ^a	1,04 ^{bc}	1,50 ^c	6,53 ^a
	SH	0,848	0,646	0,212	0,121	0,279	0,448
		*	ÖD	**	**	**	**
Esansiyel x doz							
Sarımsak yağı	0	51,10 ^{bc}	23,03	15,95 ^{ef}	1,79	4,38	3,74 ^{ab}
	200	47,11 ^c	24,49	17,43 ^{def}	1,45	2,27	7,25 ^{ab}
	400	47,25 ^c	25,10	21,36 ^{abc}	1,12	1,99	3,18 ^{ab}
	800	47,66 ^c	24,30	23,04 ^{ab}	0,58	1,01	3,42 ^{ab}
	1200	47,52 ^c	23,81	23,81 ^a	0,59	1,01	3,25 ^{ab}
Nane yağı	0	51,10 ^{bc}	23,03	15,95 ^{ef}	1,79	4,38	3,74 ^{ab}
	200	49,24 ^c	23,37	18,83 ^{cd}	1,44	2,61	4,50 ^{ab}
	400	47,72 ^c	24,49	18,90 ^{cd}	1,47	3,22	4,21 ^{ab}
	800	42,46 ^c	28,43	18,00 ^{de}	1,38	2,14	7,59 ^{ab}
	1200	42,43 ^c	29,17	16,61 ^{def}	1,50	2,37	7,92 ^{ab}
Kekik yağı	0	51,10 ^{bc}	23,03	15,95 ^{ef}	1,79	4,38	3,74 ^{ab}
	200	48,99 ^c	23,19	19,05 ^{cd}	1,46	2,83	4,47 ^{ab}
	400	61,96 ^a	23,32	10,74 ^g	0,59	0,50	2,88 ^b
	800	61,17 ^{ab}	23,60	10,54 ^g	0,51	0,54	3,63 ^{ab}
	1200	60,28 ^{ab}	20,73	11,43 ^g	0,61	0,49	6,46 ^{ab}
Portakal yağı	0	51,10 ^{bc}	23,03	15,95 ^{ef}	1,79	4,38	3,74 ^{ab}
	200	50,79 ^{bc}	22,93	15,23 ^f	2,03	4,89	4,14 ^{ab}
	400	47,44 ^c	24,79	17,60 ^{def}	1,47	2,30	6,41 ^{ab}
	800	47,69 ^c	25,19	21,15 ^{bc}	1,07	1,84	3,06 ^{ab}
	1200	40,63 ^c	25,33	21,97 ^{ab}	1,43	2,12	8,50 ^a
	SH	1,700	1,290	0,424	0,241	0,558	0,896
		**	ÖD	**	ÖD	ÖD	**

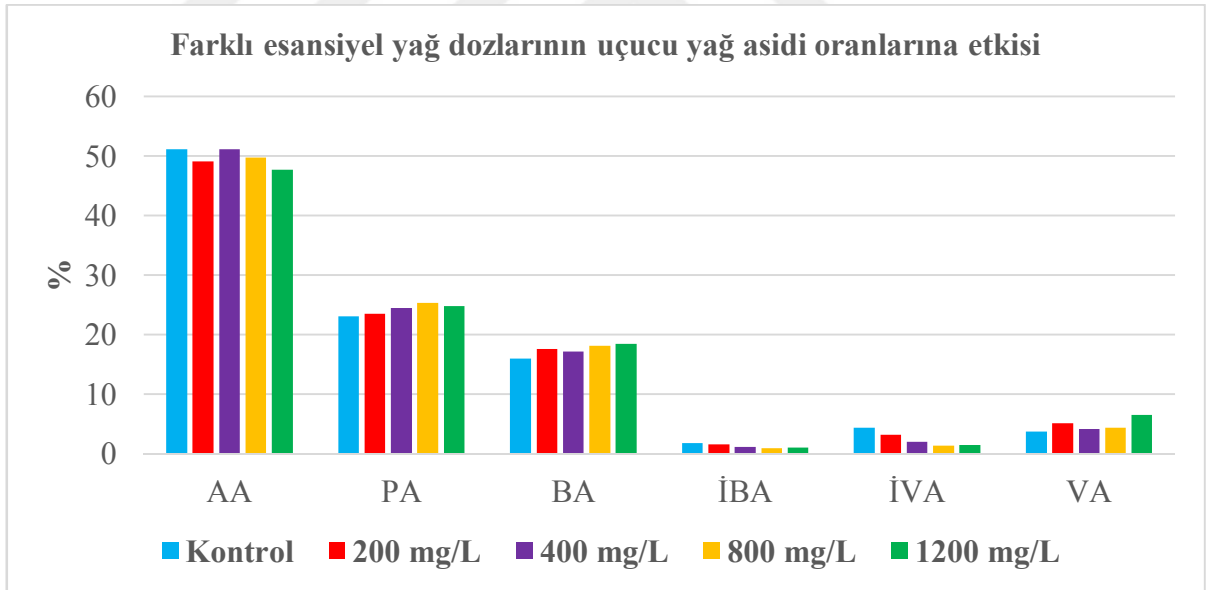
Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01**;
P<0,05*).

ÖD: Ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir. SH: Standart Hata Ortalaması

AA: Asetik asit; PA: Propiyonik asit; BA: Bütirik asit; İBA: İzo bütirik asit; İVA: İzo valerik asit; VA: Valerik asit



Şekil 4.9. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının AA, PA, BA, İBA, İVA ve VA oranları (%) arasındaki değişimi.



Şekil 4.10. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) AA, PA, BA, İBA, İVA ve VA oranları (%) arasındaki değişimi.

Çizelge 4.5'e göre esansiyel yağ çeşitlerinin rumendeki AA oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Esansiyel yağ çeşitlerinin AA oranı üzerine etkisi % 46,59 ile % 56,70 arasında değişmiştir. Esansiyel yağ çeşitleri arasında en yüksek AA oranı kekik yağında (% 56,70) saptanmış olup bunu sırasıyla sarımsak (% 48,13), portakal (% 47,53) ve nane yağları (% 46,59) izlemiştir. Esansiyel yağ çeşitlerinden sarımsak, nane ve kekik yağları rumendeki AA oranını etkilememiştir ($P>0,05$). Esansiyel yağ dozlarının rumen sıvısındaki AA oranı üzerine etkileri önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Rumendeki AA oranı kullanılan dozların artışına bağlı olarak azalmasına karşın, doz miktarı ile rumendeki AA oranı arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun AA oranı üzerine etkisi önemli değişim göstermiştir ($P<0,01$). İnteraksiyonun AA oranı üzerine etkisi % 40,63 ile % 61,96 arasında değişmiştir. İnteraksiyonun AA oranı kontrol grubu (% 51,10) ile karşılaştırıldığında kekik yağında artış gösterirken, diğer esansiyel yağlarda azalma göstermiştir. Buna göre AA oranını arttırması üzerine en yüksek değer kekik yağının 400 mg/L dozunda (% 61,96) saptanmış, sarımsak ve nane yağı dozları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Esansiyel yağ çeşitlerinin rumendeki BA oranı üzerine etkisi % 13,54 ile % 20,31 arasında değişmiştir. Buna göre esansiyel yağ çeşitlerinin rumendeki BA oranı üzerine etkisi en yüksek sarımsak yağında (% 20,31) saptanmış, bunu sırasıyla portakal (% 18,38), nane (% 17,66) ve kekik yağları (% 13,54) izlemiştir. Çizelge 4.5'e göre esansiyel yağ dozlarının rumendeki BA oranı üzerine etkisi % 15,95 ile % 18,46 arasında değişmiş, esansiyel yağ dozlarının BA oranı üzerine etkisi kontrol grubu (% 15,94) ile karşılaştırıldığında arttırıcı yönde olmuştur. Buna göre rumendeki BA oranının artması üzerine en etkili dozun 1200 mg/L olduğu saptanmıştır. Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun rumen sıvısındaki BA oranı üzerine etkisi % 10,54 ile % 23,81 arasında değişmiştir. İnteraksiyonun BA oranı kontrol grubu (% 15,94) ile karşılaştırıldığında doz miktarının artmasına bağlı olarak kekik yağında azalma, diğer yağlarda ise artış göstermiştir. Rumendeki BA oranını en fazla arttıran sarımsak yağının 1200 mg/L dozu (% 23,81) olmuştur ($P<0,01$).

Esansiyel yağ çeşitlerinin rumendeki PA oranına etkisi ise % 22,78 ile % 25,70 arasında değişmiştir. Esansiyel yağ çeşitleri arasında rumendeki en yüksek PA oranı nane yağında (% 25,70) saptanmış, bunu sırasıyla portakal (% 24,26), sarımsak (% 24,15) ve kekik yağları (% 22,78) izlemiştir.

Çizelge 4.5'e göre sarımsak, nane, kekik, portakal yağı ile dozlarının izobütirik asit, izovalerik asit ve valerik asit oranları üzerine etkileri önemli bulunurken ($P<0,01$), interaksiyonun izobütirik ve izovalerik asit üzerine etkisi arasında herhangi farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Esansiyel yağ çeşitlerinin rumen sıvısı izobütirik asit oranı % 0,99 ile % 1,56 arasında, izovalerik asit oranı % 1,75 ile % 3,11 arasında ve valerik asit oranı % 4,17 ile % 5,59 arasında değişim göstermiştir. Esansiyel yağ dozlarının ise rumen sıvısı izobütirik asit oranı % 0,89 ile % 1,79 arasında, izovalerik asit oranı % 1,39 ile % 4,38 arasında ve valerik asit oranı % 3,74 ile % 6,53 arasında değişmiştir ($P<0,01$). Son olarak interaksiyonun rumen sıvısındaki valerik asit oranı üzerine etkisi ise % 3,06 ile % 8,50 arasında değişmiştir.

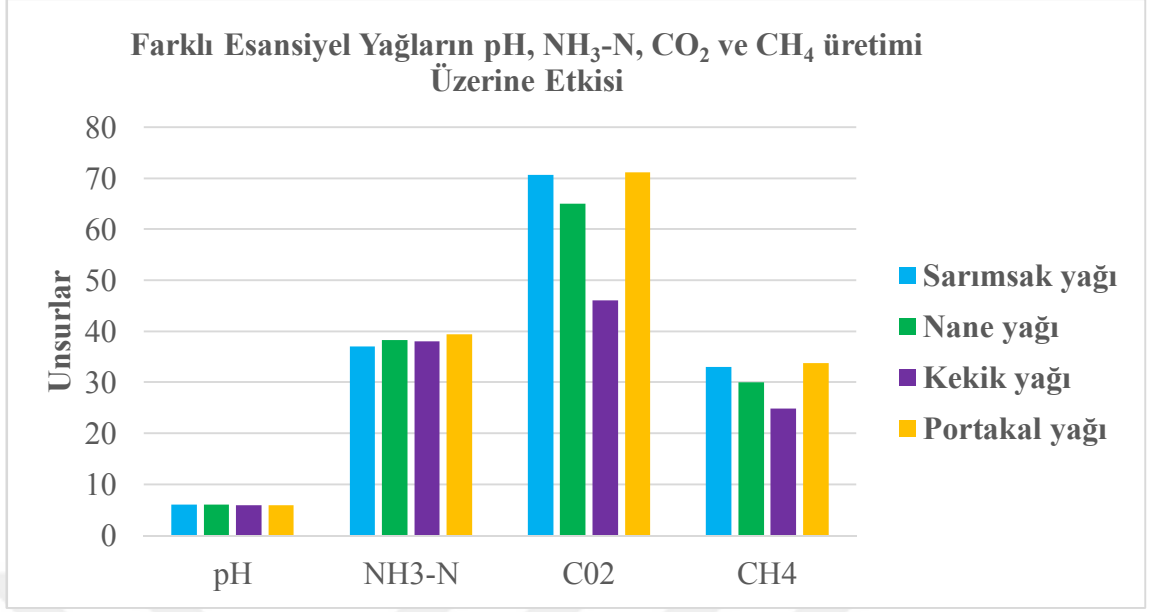
4.6. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının Rumen pH'sı, Amonyak Azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), Karbondioksit (CO_2) ve Metan (CH_4) Üretimi Üzerine Etkisi

Araştırmada kullanılan sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı ile farklı dozlarının rumen pH'sı, $\text{NH}_3\text{-N}$, CO_2 ve CH_4 üretimi üzerine etkileri saptanmış ve Çizelge 4.6'da bildirilmiştir. Esansiyel yağların rumen pH'sı, $\text{NH}_3\text{-N}$, CO_2 ve CH_4 üretimi üzerine değişimi Şekil 4.11'de, esansiyel yağ dozlarının rumen pH'sı, $\text{NH}_3\text{-N}$, CO_2 ve CH_4 üretimi üzerine değişimi ise Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Çizelge 4.6'nın incelenmesinden de anlaşıldığı gibi farklı esansiyel yağ ve dozlarının rumen pH'sı, CO_2 ve CH_4 üretimi üzerine olan etkileri önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Kullanılan esansiyel yağ ve interaksiyon $\text{NH}_3\text{-N}$ üretimi üzerine herhangi bir değişim göstermemiştir ($P>0,05$).

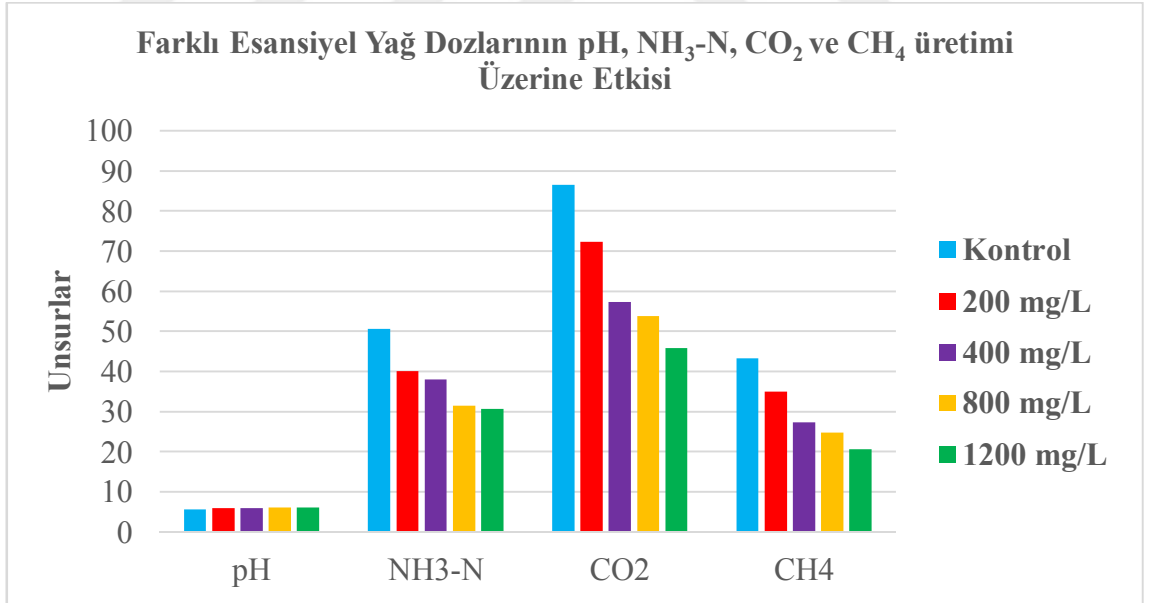
Çizelge 4.6. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, CO_2 ve CH_4 üretimi üzerine etkisi.

Etkiler		pH	NH ₃ -N	CO ₂	CH ₄
Esansiyel yağ					
Sarımsak yağı		6,06 ^{ab}	37,02	70,66 ^a	33,07 ^a
Nane yağı		6,08 ^a	38,39	65,06 ^a	30,08 ^a
Kekik yağı		5,90 ^c	38,07	46,10 ^b	24,02 ^b
Portakal yağı		5,95 ^{bc}	39,44	71,20 ^a	33,76 ^a
	SH	0,314	0,751	2,030	0,864
		**	ÖD	**	**
Doz					
	0	5,75 ^d	50,63 ^a	86,67 ^a	43,32 ^a
	200	5,93 ^c	40,11 ^b	72,34 ^b	35,00 ^b
	400	6,02 ^{bc}	38,09 ^b	57,34 ^c	27,32 ^c
	800	6,16 ^a	31,61 ^c	53,95 ^{cd}	24,81 ^{cd}
	1200	6,13 ^{ab}	30,71 ^c	45,96 ^d	20,73 ^d
	SH	0,351	0,840	2,270	0,966
		**	**	**	**
Esansiyel x doz					
Sarımsak yağı	0	5,75 ^{ef}	50,63	86,67 ^a	43,32 ^a
	200	5,98 ^{cde}	35,58	73,23 ^{abc}	34,31 ^{abc}
	400	6,18 ^{abc}	36,88	65,62 ^{abc}	29,69 ^{bcd}
	800	6,21 ^{abc}	31,21	66,99 ^{abc}	30,42 ^{bcd}
	1200	6,16 ^{bc}	30,80	60,78 ^{abc}	27,61 ^{bcd}
Nane yağı	0	5,75 ^{ef}	50,63	86,67 ^a	43,32 ^a
	200	5,87 ^{def}	41,04	71,69 ^{abc}	34,43 ^{abc}
	400	5,99 ^{cde}	39,25	62,62 ^{abc}	29,17 ^{bcd}
	800	6,35 ^{ab}	31,39	55,56 ^{bcd}	23,21 ^{cdef}
	1200	6,45 ^a	29,65	48,74 ^{cde}	20,29 ^{def}
Kekik yağı	0	5,75 ^{ef}	50,63	86,67 ^a	43,32 ^a
	200	6,09 ^{bcd}	43,61	66,95 ^{abc}	32,11 ^{abcd}
	400	6,01 ^{cde}	34,69	28,23 ^{de}	16,32 ^{ef}
	800	5,96 ^{cdef}	30,62	25,34 ^e	14,72 ^f
	1200	5,70 ^f	30,78	23,31 ^e	13,65 ^f
Portakal yağı	0	5,75 ^{ef}	50,63	86,67 ^a	43,32 ^a
	200	5,78 ^{ef}	40,20	77,50 ^{ab}	39,15 ^{ab}
	400	5,89 ^{def}	41,53	72,89 ^{abc}	34,08 ^{abc}
	800	6,12 ^{bcd}	33,23	67,92 ^{abc}	30,88 ^{bcd}
	1200	6,20 ^{abc}	31,62	51,02 ^{bcd}	21,38 ^{def}
	SH	0,702	1,680	4,540	1,930
		**	ÖD	**	*

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01**, P<0,05).
ÖD: Ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir. SH: Standart Hata Ortalaması
NH₃-N: Amonyak azotu; CO₂: Karbondioksit; CH₄: Metan



Şekil 4.11. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının pH, NH₃-N, CO₂ ve CH₄ üretimine bağlı olarak değişimi.



Şekil 4.12. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) pH, NH₃-N, CO₂ ve CH₄ üretimine bağlı olarak değişimi.

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi esansiyel yağ çeşitlerinin rumen pH’sına etkisi 5,90 ile 6,08 arasında değişmiştir. Bu değerler en yüksek nane yağında (6,08) saptanmış, bunu sırasıyla sarımsak (6,06), portakal (5,95) ve kekik yağları (5,90) izlemiştir. Esansiyel yağ dozlarının rumen pH’sına etkisi artırıcı yönde olmuştur. En düşük rumen pH’sı kontrol grubunda (5,75) saptanırken, en yüksek pH 6,16 ile 800 mg/L dozunda görülmüştür. Esansiyel yağ x doz interaksyonunun rumen pH’sına etkisi 5,70 ile 6,45 arasında değişmiş olup, rumen pH’sı kekik yağında azalırken, kekik yağı dışındaki yağlarda artmıştır. En yüksek pH nane yağının 1200 mg/L dozunda (6,45) en düşük pH ise kekik yağının 1200 mg/L dozunda (5,70) saptanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre araştırmada kullanılan esansiyel yağ çeşidi ve dozlarına bağlı olarak rumen pH’sında artış görülmesi bazı araştırmacılar tarafından esansiyel yağ bileşenlerinin (karvakrol, timol, mentol vb.) antimikrobiyel etki göstermesi ile UYA miktarlarındaki azalma ile ilişkili olduğu bunun sonucunda da yemlerin sindiriminin düşmesi ile açıklanmıştır (Busquet ve ark. 2006, Castillejos ve ark. 2006, Acamovic ve Brooker 2005, Fraser ve ark. 2007). Çalışmada saptanan rumen pH’sındaki artış Evans ve Martin (2000), Patra ve Yu, (2012) ve Canbolat (2012)’in bildirmiş oldukları sonuçlar ile uyum içerisinde bulunmuştur. Ancak araştırma bulgularının aksine Castillejos ve ark. (2007) esansiyel yağların rumen pH’sı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir ($P>0.05$).

Esansiyel yağ çeşitlerinin CO₂ üretimine etkisi 46,10 mmol/L ile 71,20 mmol/L arasında değişmiştir. Buna göre esansiyel yağ çeşitlerinin CO₂ üretimine etkisi açısından en yüksek değere portakal yağında (71,20 mmol/L) saptanmış olup, bunu sırasıyla sarımsak (70,66 mmol/L), nane (65,06 mmol/L) ve kekik yağları (46,10 mmol/L) izlemiştir. Çalışmada esansiyel yağ dozlarının CO₂ üretimi üzerine etkisi ise 45,96 mmol/L ile 86,67 mmol/L arasında değişmiştir. Esansiyel yağ dozları önemli düzeyde CO₂ üretimini azaltmıştır ($P<0,01$). Dozların CO₂ üretimi üzerine etkisi en yüksek 86,67 mmol/L ile kontrol grubunda saptanmıştır ($P<0,01$). Karbondioksit üretimini en fazla azaltan doz 45,96 mmol/L ile 1200 mg/L olmuştur. Esansiyel yağ x doz interaksyonunun CO₂ üretimi üzerine etkisi 23,31 mmol/L ile 86,67 mmol/L arasında değişmiştir. Kullanılan esansiyel yağ ve doz miktarının miktarına bağlı olarak CO₂

üretimi önemli düzeyde azalmıştır ($P<0,01$). En düşük CO_2 üretimi 23,31 mmol/L değeri ile kekik yağının 1200 mg/L dozunda saptanmıştır.

Esansiyel yağ dozlarının $\text{NH}_3\text{-N}$ üretimine etkisi 30,71 mmol/L ile 50,63 mmol/L değerleri arasında değişmiştir. Amonyak azotu üretimi kontrol grubuna (50,63 mmol/mL) göre esansiyel yağ dozları arttıkça önemli düzeyde azalmıştır ($P<0,01$). Esansiyel yağ dozlarının $\text{NH}_3\text{-N}$ üretimine etkisi açısından en yüksek değer kontrol grubunda (50,63 mmol/L) saptanırken en düşük değer ise 1200 mg/L dozunda saptanmıştır (30,71 mmol/mL). Amonyak azotu üretimi açısından 800 mg/L ile 1200 mg/L dozları arasında herhangi farklılık saptanmamıştır ($P>0,05$). Esansiyel yağ ve dozlarının artışına bağlı olarak $\text{NH}_3\text{-N}$ 'nin azalması Ando ve ark. (2003), Castillejos ve ark. (2007) ve Canbolat (2012)'in yapmış olduğu çalışmalarla benzer bulunmuştur.

Esansiyel yağ çeşitlerinin CH_4 üretimine etkisi 24,02 mmol/L ile 33,76 mmol/L arasında olmuştur. Buna göre CH_4 üretimi en yüksek portakal yağında (33,76 mmol/L) bulunurken, bunu sırasıyla sarımsak (33,07 mmol/L), nane (30,08 mmol/L) ve kekik yağları (24,02 mmol/L) izlemiştir. Esansiyel yağların CH_4 üretimini sınırlamada en etkilisinin kekik yağı olduğu saptanmıştır. Esansiyel yağ dozlarının CH_4 üretimine etkisi incelendiğinde ise bulgular 20,73 mmol/L ile 35,00 mmol/L arasında değişmiştir. En yüksek CH_4 üretimi 43,32 mmol/L ile kontrol grubunda saptanmıştır. Çizelge 4.6. incelendiğinde doz miktarındaki artış CH_4 üretimine azaltıcı yönde olmuştur ($P<0,01$). En düşük CH_4 üretimi 1200 mg/L dozunda bulunmuştur (20,73 mmol/L). Esansiyel yağ x doz interaksyonuna bağlı olarak CH_4 üretimi 13,65 mmol/L ile 43,72 mmol/L arasında değişmiştir. Buna göre CH_4 üretimi kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli derecede azalmıştır ($P<0,05$). Metan üretiminde azalma en çok kekik yağının 1200 mg/L dozunda (13,65 mmol/L) saptanırken, bunu sırasıyla nane (20,29 mmol/L), portakal (21,38 mmol/L) ve sarımsak yağları (27,61 mmol/L) izlemiştir. Bu bulgulara göre CH_4 üretimi üzerine en fazla etkili olan esansiyel yağ ve dozunun kekik yağının 1200 mg/L olduğu sonucuna varılmıştır.

Busquet ve ark. (2006) ile Benchaar ve Greathead (2011) gibi araştırmacılar metajenik bakterilerin yemlerin rumende fermantasyonu sonucu oluşan UYA ve H^+ iyonlarını kullanarak rumende CO_2 ve CH_4 gazı ürettiğini bildirmişlerdir. Araştırmada esansiyel

yağ ve farklı dozları CO₂ ve CH₄ üretimini azaltmıştır. Esansiyel yağların bu parametreleri azaltması Busquet ve ark. (2006) ile Benchaar ve Greathead (2011)'in bildirdikleri gibi esansiyel yağların antimikrobiyel özelliklerinden dolayı rumende metajenik bakterileri baskılaması ile açıklanabilir. Metan üretimindeki azalma kontrol grubu ile karşılaştırıldığında (43,32 mmol/L) en fazla kekik yağında (13,65 mmol/L) olmuş, bunu nane, portakal ve sarımsak yağları izlemiştir. Bunun sonucunda rumen sıvısında UYA ile birlikte CO₂ ve CH₄ gazı üretimi de azalmıştır. Bu araştırma bulguları daha önce esansiyel yağlar ile çalışan Benchaar ve Greathead (2011) ve Canbolat (2012) ile uyum içerisinde bulunmuştur. Ruminantların beslenmesinde CO₂ ve CH₄ üretimini azaltılması yemin enerjisinden yararlanmak için önemli bir unsurdur. Araştırmacılar ruminantların yemden sağladıkları enerjinin yaklaşık % 2 ile % 12 arasındaki kaybın CH₄ gazından kaynaklandığını ortaya koymuşlardır (Johnson ve Johnson 1995, Boadi ve ark. 2004). Buna ek olarak bu gazlar küresel ısınmanın oluşumuna da neden olmaktadır (Benchaar ve Greathead 2011). Tüm CH₄ salınımının % 18'inin ruminant hayvanlar tarafından kaynaklandığı bildirilmiştir (Hu ve ark. 2005, Steinfeld ve ark. 2006). Buna göre küresel ısınmaya etkisi açısından ruminant hayvanlardan kaynaklanan bu oranı biraz daha indirmek amacıyla esansiyel yağlardan yararlanmak doğru bir tercih olabilir.

Çalışmada CH₄ üretiminin azalmasında tüm esansiyel yağ ve dozları (200, 400 ve 800 mg/L) etkili olmuş, bunlar arasında ise en etkili dozun 1200 mg/L olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar daha önce kekik yağıyla çalışan Evans ve Martin (2000) ve Macheboeuf ve ark. (2008), sarımsak yağı ile çalışan Busquet ve ark. (2005), Benchaar ve Greathead (2011) araştırmacıları ile uyum içerisinde bulunmuştur. Chaves ve ark. (2008) ise sarımsak yağının 100 ve 250 mg/L dozunun *in vitro* CH₄ üretimini UYA üretimini etkilemeden azalttığını bildirmişlerdir.

4.7. Farklı Esansiyel Yağ ve Dozlarının KMS, HPS, NDF ve ADF Sindirimi Üzerine Etkisi

Sarımsak, nane, kekik, portakal yağı ve dozlarının KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi üzerine etkileri saptanmış ve Çizelge 4.7’de verilmiştir. Esansiyel yağların KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi üzerine bağlı değişimi Şekil 4.13’de, esansiyel yağ dozlarının KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi üzerine bağlı değişimi ise Şekil 4.14’de verilmiştir. Buna göre esansiyel yağ ve dozlarının KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Çizelge 4.7 incelendiğinde esansiyel yağ çeşitlerinin KMS üzerine etkileri % 55,59 ile % 65,24 değerleri arasında değişmiştir. Esansiyel yağ çeşitlerinin KMS üzerine etkileri açısından en yüksek değer nane yağında (% 66,93) saptanmış, bunu sırasıyla portakal (% 65,24), sarımsak (% 60,59) ve kekik yağı (% 55,59) izlemiştir. Nane ve portakal yağının YKO’nun KMS üzerine etkileri aynı bulunmuştur ($P>0,05$). Esansiyel yağlar arasında en düşük KMS değeri ise kekik yağında saptanmıştır.

Esansiyel yağ dozlarının KMS üzerine etkileri % 56,94 ile % 66,68 arasında değişmiştir. Bu değişimin KMS üzerine etkisi doz miktarı arttıkça kontrol grubuna göre (% 64,15) azaltıcı şekilde gerçekleşmiştir ($P<0,01$). Bu bulgulara göre esansiyel yağ dozlarından 200 mg/L (% 66,68) ve 400 mg/L (% 64,51) KMS’yi arttırmıştır. Dozların KMS üzerine en düşük değeri ise 1200 mg/L olmuştur (% 56,94). Sonuç olarak kullanılan esansiyel yağ dozlarından 200 mg/L ve 400 mg/L KMS’yi olumlu yönde etkileyerek arttırmıştır ($P<0,01$). Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun KMS üzerine etkileri ise % 49,95 ile % 73,25 değerleri arasında değişmiştir. Kullanılan esansiyel yağ ve farklı dozlarına bağlı olarak KMS kontrol grubuna (% 62,42) göre önemli düzeyde azalmıştır ($P<0,01$). Ancak bu durum nane, sarımsak ve portakal yağlarının 200 mg/L dozları için kontrol grubuna (% 62,42) göre KMS’ni artırıcı olmuştur. Bu artış en yüksek % 73,25 ile nane yağında saptanmış, bunu sırasıyla % 70,55 ile portakal yağı ve % 67,01 ile sarımsak yağı izlemiştir. Buna karşılık kekik yağının bütün dozları KMS’yi azaltmıştır. Bundan anlaşılacağı üzere belirli miktarda dozların (200 mg/L, 400 mg/L) kullanılması şartıyla nane, portakal ve sarımsak yağlarının KMS’yi artırarak yemlerin sindirilme derecelerini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

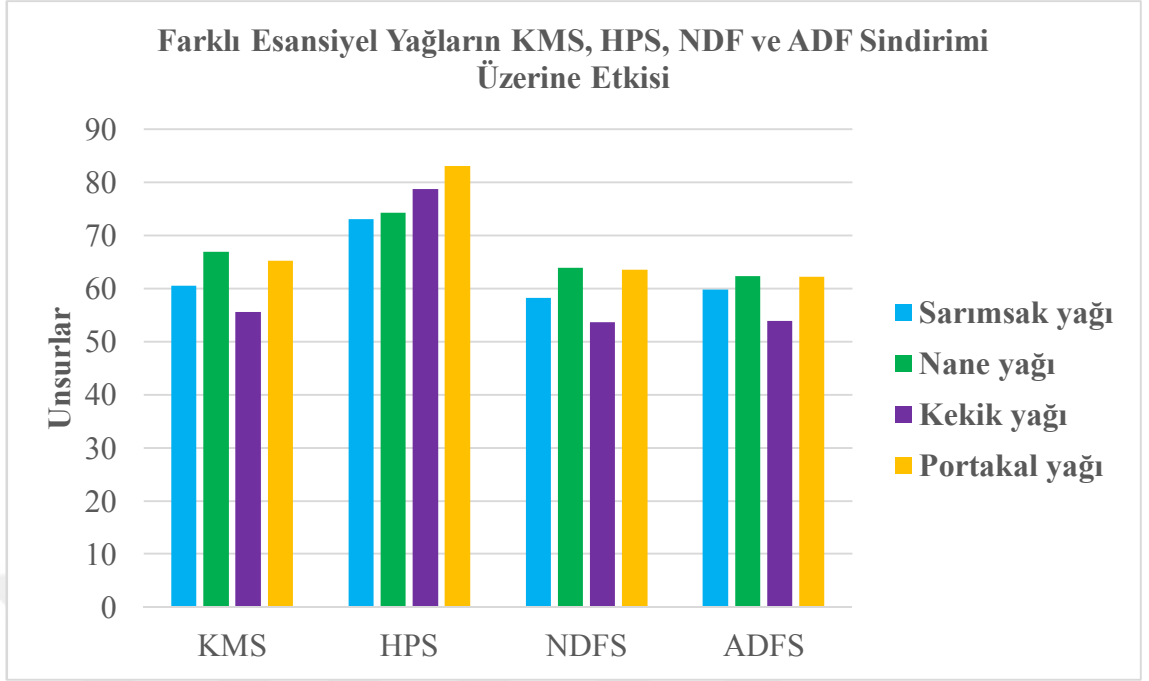
Çizelge 4.7. Farklı esansiyel yağ ve dozlarının KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi üzerine etkisi.

Uruslar		KMS	HPS	NDFS	ADFS
Esansiyel yağ					
Sarımşak yağ		60,59 ^b	73,12 ^c	58,33 ^b	59,83 ^b
Nane yağ		66,93 ^a	74,32 ^c	63,90 ^a	62,38 ^a
Kekik yağ		55,59 ^c	78,79 ^b	53,70 ^c	53,94 ^c
Portakal yağ		65,24 ^a	83,16 ^a	63,57 ^a	62,24 ^a
	SH	0,533	0,805	0,455	0,425
		**	**	**	**
Doz					
	0	64,15 ^b	85,30 ^a	62,42 ^a	64,17 ^a
	200	66,68 ^a	79,69 ^b	64,91 ^a	63,76 ^a
	400	64,51 ^{ab}	78,15 ^b	62,42 ^a	63,11 ^a
	800	58,15 ^c	78,83 ^c	55,56 ^b	53,83 ^b
	1200	56,94 ^c	70,78 ^c	54,07 ^b	53,12 ^b
	SH	0,596	0,900	0,509	0,475
		**	**	**	**
Esansiyel yağ x doz					
Sarımşak yağ	0	64,15 ^{de}	85,30 ^a	62,42 ^{cde}	64,17 ^{bc}
	200	67,01 ^{bcd}	76,39 ^{cd}	64,92 ^{bcd}	63,85 ^c
	400	60,49 ^{efgh}	70,69 ^{de}	58,27 ^{efg}	63,94 ^c
	800	56,36 ^{fghi}	68,43 ^{ef}	53,90 ^{fghi}	54,47 ^{def}
	1200	54,96 ^{hij}	64,81 ^{ef}	52,15 ^{ghi}	52,71 ^{ef}
Nane yağ	0	64,15 ^{de}	85,30 ^a	62,42 ^{cde}	64,17 ^{bc}
	200	73,25 ^a	80,36 ^{abc}	71,29 ^a	70,88 ^a
	400	71,32 ^{ab}	78,01 ^{bc}	68,59 ^{abc}	67,68 ^{ab}
	800	64,82 ^{cde}	65,54 ^{ef}	60,71 ^{de}	56,16 ^{de}
	1200	61,10 ^{defg}	62,39 ^f	56,50 ^{efgh}	53,03 ^{ef}
Kekik yağ	0	64,15 ^{de}	85,30 ^a	62,42 ^{cde}	64,17 ^{bc}
	200	55,92 ^{fghij}	77,65 ^{bc}	54,04 ^{fghi}	52,42 ^{ef}
	400	55,37 ^{ghij}	78,52 ^{abc}	53,45 ^{fghi}	52,68 ^{ef}
	800	52,54 ^{ij}	76,52 ^{cd}	50,72 ^{hi}	51,45 ^{fg}
	1200	49,95 ^j	75,93 ^{cd}	47,88 ^l	48,99 ^g
Portakal yağ	0	64,15 ^{de}	85,30 ^a	62,42 ^{cde}	64,17 ^{bc}
	200	70,55 ^{abc}	84,34 ^{ab}	69,41 ^{ab}	67,89 ^a
	400	70,86 ^{abc}	85,36 ^a	69,37 ^{ab}	68,15 ^a
	800	58,87 ^{efgh}	80,85 ^{abc}	56,90 ^{efgh}	53,26 ^{ef}
	1200	61,76 ^{def}	79,96 ^{abc}	59,75 ^{def}	57,75 ^d
	SH	1,190	1,800	1,020	0,950
		**	**	**	**

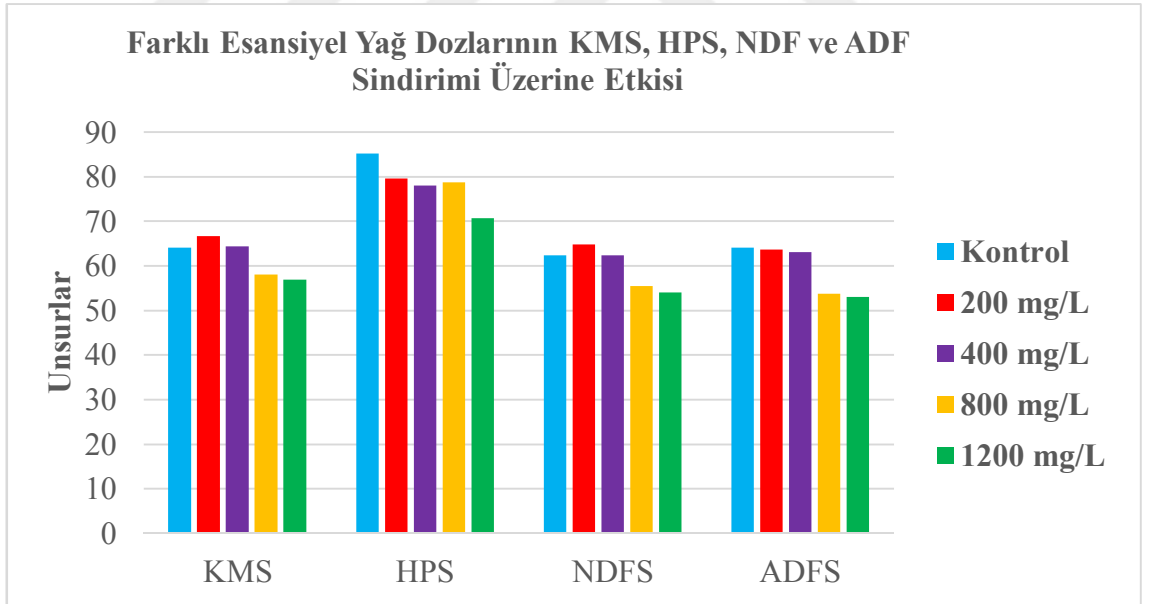
Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,01**;
P<0,05*).

SH: Standart Hata Ortalaması. ÖD: Ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

KMS: Kuru madde sindirimi; HPS: Ham protein sindirimi; NDFS: Nötr deterjanda çözünmeyen lif sindirimi; ADFS: Asit deterjanda çözünmeyen lif sindirimi



Şekil 4.13. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağlarının KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimine bağlı olarak değişimi.



Şekil 4.14. Sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı dozlarının (Kontrol, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimine bağlı olarak değişimi.

Çizelge 4.7'ye göre esansiyel yağ çeşitlerinin HPS üzerine etkileri % 73,12 ile % 83,16 arasında değişmiştir. Buna göre esansiyel yağ çeşitlerinin HPS üzerine etkileri açısından en yüksek değer portakal yağında (% 83,16) saptanmış, bunu sırasıyla kekik (% 78,79), nane (% 74,32) ve sarımsak yağları (% 73,12) izlemiştir. Esansiyel yağ dozlarının HPS üzerine etkileri de % 70,78 ile % 85,30 arasında değişmiştir. Bu değerler kontrol grubu (% 85,30) ile karşılaştırıldığında HPS'de önemli düzeyde azalma gözlenmiştir ($P<0,01$). Esansiyel yağ doz grubu içerisinde yemlerin HPS düzeyini en fazla azaltan 1200 mg/L dozu olmuştur. Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun HPS üzerine etkileri % 62,39 ile % 85,36 arasında değişmiştir. Kullanılan esansiyel yağ ve farklı dozlarına bağlı olarak HPS kontrol grubuna (% 85,30) göre önemli düzeyde azalmıştır ($P<0,01$). Portakal yağının 400 mg/L dozu ise % 85,36 ile kontrol grubu ile aynı etkide bulunmuştur ($P>0,05$). Esansiyel yağ ve dozları içerisinde nane yağı % 62,39 ile HPS düzeyini en olumsuz etkileyen yağ olmuştur.

Esansiyel yağ çeşitlerinin NDF sindirimi üzerine etkilerinin % 53,70 ile % 63,90 arasında değiştiği saptanmıştır. Nötral deterjan fiber sindirimi % 63,90 oranı ile en yüksek nane yağında ulaşılrken, bunu sırasıyla % 63,57 oranıyla portakal, % 58,33 oranıyla sarımsak ve % 53,70 oranıyla kekik yağı takip etmiştir. Esansiyel yağ çeşitleri arasında nane ve portakal yağı arasında herhangi farklılığa rastlanmamıştır ($P>0,05$). Esansiyel yağ dozlarının NDF sindirimi üzerine etkilerinin ise % 54,07 ile % 64,91 değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. Bu değerler kontrol grubu (% 62,42) ile karşılaştırıldığında NDF sindiriminin önemli düzeyde azaldığı gözlenirken, 200 mg/L (% 64,91) ve 400 mg/L (% 62,42) kontrol grubuyla aynı etkiyi göstermiştir ($P>0,05$). Esansiyel yağ dozlarının ADF sindirimi üzerine en düşük değeri ise 1200 mg/L dozu (% 54,07) oluşturmuş, bu düşüş üzerine 800 ve 1200 mg/L arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Esansiyel yağ x doz interaksiyonunun NDF sindirimi üzerine etkileri % 47,88 ile % 71,29 arasında değişmiştir. Kullanılan esansiyel yağ ve farklı dozlarına bağlı olarak NDF sindirimi kontrol grubuna (% 62,42) göre azaltıcı yönde olmuştur ($P<0,01$). Esansiyel yağlar ve dozları arasında NDF sindirimi üzerine arttırıcı değerleri sırasıyla % 71,29 oranı ile nane yağının 200 mg/L dozu, % 69,41 oranı ile portakal yağının 200 mg/L dozu ve % 64,92 oranı ile sarımsak yağının 200 mg/L dozu oluşturmuştur. Nane ve portakal yağının NDF sindiriminin artışı açısından 200 ve 400

mg/L dozları arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Kekik yağının bütün dozları ise NDF sindirimini azaltarak sindirimi olumsuz yönde etkilemiştir.

Esansiyel yağ çeşitlerinin ADF sindirimi üzerine etkileri de % 53,94 ile % 62,38 arasında değişmiştir. En yüksek değer nane yağında (% 62,38) saptanmış, bunu sırasıyla portakal (% 62,24), sarımsak (% 59,83) ve kekik yağları (% 53,94) izlemiştir. Esansiyel yağ çeşitleri arasından ADF sindirimi üzerine nane ve portakal yağı arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Esansiyel yağ dozlarının ADF sindirimi üzerine etkileri % 53,12 ile % 64,17 arasında değişmiştir. Bu değerler kontrol grubu (% 64,17) ile karşılaştırıldığında doz miktarının artmasıyla birlikte ADF sindiriminde önemli düzeyde azalma gözlenmiştir ($P<0,01$). Kullanılan 200 ve 400 mg/L dozları kontrol ile ADF sindirimi üzerine aynı etkiyi göstermiştir ($P>0,05$). Kullanılan dozlardan 800 mg/L (%53,48) ve 1200 mg/L (% 53,12) ise ADF sindirimini düşürmüştür. Son olarak esansiyel yağ x doz interaksyonunun ADF sindirimi üzerine etkileri incelendiğinde bulgular % 48,99 ile % 70,88 arasında değişmiştir. Çizelge 4.7'ye göre ADF sindirimi önemli düzeyde azalmıştır ($P<0,01$). Değerler kontrol grubu (% 62,42) ile karşılaştırıldığında en yüksek % 70,88 ile nane yağının 200 mg/L dozu ve % 68,15 ile portakal yağının 400 mg/L dozlarında gözlenmiştir. Araştırmada portakal yağının 200 ve 400 mg/L dozlarının ADF sindirimi açısından aynı artırıcı etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır ($P>0,05$). Sarımsak ve kekik yağı ise kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ADF sindirimini düşürmüştür. Buna göre 200 mg/L ve 400 mg/L dozların kullanılması şartıyla nane ve portakal yağının ADF sindirimini artırarak yemlerin sindirilme derecelerini olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen bulgular kekik yağı haricindeki esansiyel yağların düşük dozlarının (200 ve 400 mg/L) kullanılması şartıyla yemlerin KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimi üzerine olumlu etkide bulunduğunu göstermiştir. Reuter ve ark. (1996), Busquet ve ark. (2006) ve Bodas ve ark. (2008) esansiyel yağ çeşitlerinin yüksek dozlarda kullanımının antimikrobiyal aktiviteleri sebebiyle rumende mikrobiyal fermantasyonun değişmesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum esansiyel yağ bileşenlerinin antimikrobiyal etkisinin rumendeki mikroorganizmalara etki ederek yemlerin enerji ve sindirim değerlerini düşürmesi ile açıklanmıştır (Kamel 2000, Cardozo ve ark. 2005, Busquet ve ark. 2004, Busquet ve ark. 2006). Bu araştırmanın

sonuçları doğrultusunda sarımsak, nane ve portakal yağlarının yüksek dozlarının (800 ve 1200 mg/L) yemlerin KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimini düşürdüğü belirlenmiştir. Bulgular kekik yağı ve kullanılan bütün dozları için yemlerin sindirimini düşürdüğünü ortaya çıkarmıştır. Bunun nedeninin kekik esansiyel yağının ana bileşenlerini oluşturan timol ve karvakrolün (Dorman ve Deans 2000) diğer esansiyel yağ bileşenlerine kıyasla rumendeki mikroorganizmalara daha fazla antimikrobiyal etki göstererek (Helander ve ark. 1998, Dorman ve Deans 2000, Walsh ve ark. 2003) onları baskılaması ve bunun sonucunda yemlerin sindirilebilirliğini düşürmesi ile açıklanabilir. Jahani-Azizabadi ve ark. (2014) kekik esansiyel yağının 140 ve 280 $\mu\text{l L}^{-1}$ dozlarının KMS ve HPS'yi % 21,6 ve % 44,6 oranında, 280 $\mu\text{l L}^{-1}$ dozunun ise NDFS sindirimini % 66 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Buna karşılık Ando ve ark. (2003), 200 g nane yağı ilavesinin KMS, OMS ve HPS'yi artırdığını tespit etmişlerdir. Cobellis ve ark. (2016) 1,125 mL/L okaliptüs yağı ilavesinin KMS'yi azaltmasına karşın ($P<0,01$), NDF sindirimini etkilemediğini bildirmişlerdir ($P>0,05$). Kamalak ve ark. (2011) portakal yağının farklı dozlarının (0, 100, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) KMS ve NDF sindirimini düşürdüğünü bildirmişlerdir ($P<0,01$). Aynı şekilde Bozkurt ve ark. (2007) da kekik ve çörekotu yağının yemlerin KMS, OMS ve NDF sindirimini önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacıların bildirdikleri sonuçlar araştırmadan elde edilen bulguları destekler nitelikte bulunmuştur.

5. SONUÇ

Bu çalışmada kekik, nane, sarımsak ve portakal esansiyel yağlarının *in vitro* koşullarda *in vitro* gaz üretimi, rumen fermantasyonu ve yemlerin sindirimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Esansiyel yağ bileşenlerinin antibiyotik etkileri *in vitro* gaz üretimi ile birlikte bu değerlerden saptanan ME ve OMS'yi sınırlayarak olumsuz yönde etkilemiştir. Çalışmada rumen sıvısına farklı dozlarda (0, 200, 400, 800 ve 1200 mg/L) esansiyel yağ katmanın NH₃-N konsantrasyonunu etkilemeden (P>0,05), HPS'yi düşürdüğü gözlenmiştir (P<0,01). Buna rumendeki mikrobiyal proteolitik aktivitenin azalmasının yanı sıra peptidolitik aktivitenin deaminasyona uğrayarak sınırlandırılması nedeni olmuştur. Esansiyel yağlar ve farklı dozları rumen pH'sı dışındaki tüm parametreleri azaltmıştır. İncelenen parametrelerden *in vitro* gaz üretimi ve HPS'deki düşüşte en etkili esansiyel yağın nane yağı olduğu, geri kalan parametrelerdeki azalma üzerine en etkili esansiyel yağın ise kekik yağı olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun sebebinin nane ve kekik esansiyel yağları içerisinde bulunan bileşenlerin diğer esansiyel yağ çeşitlerinde bulunan bileşenlere kıyasla rumendeki mikroorganizmaları daha fazla baskılaması ve antimikrobiyal etki göstermesi ile açıklanabilir. Kuru madde sindirimi ve NDF sindirimi sarımsak esansiyel yağının 200 mg/L dozunda artış gösterirken, nane ve portakal esansiyel yağının ise 200 ve 400 mg/L dozunda artmıştır (P<0,01). Asit deterjan lif sindirimi ise nane ve portakal esansiyel yağlarının 200 mg/L ve 400 mg/L dozlarında artarak sindirimi olumlu yönde etkilemiştir (P<0,01).

Sonuç olarak, artan dozlarda rumen sıvısına sarımsak, nane, kekik ve portakal yağı ilavesi başta *in vitro* gaz üretimini, yemlerin OMS, KMS, HPS, NDF ve ADF sindirimlerini, ME ve NEL düzeylerini önemli düzeyde azaltmıştır (P<0,01). Gözlenen bu durum, rumen pH'sı dışında rumen sıvısı metabolitleri ve fermantasyon ürünlerini azaltıcı yönde etkilemiştir. Araştırmada incelenen bütün parametrelerdeki azalma üzerine en etkili olan esansiyel yağların kekik ve nane olduğu, bunları sırasıyla sarımsak ve portakal yağlarının izlediği saptanmıştır. Esansiyel yağ dozlarından en etkili olan ise 1200 mg/L olmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgular, bu konuyla ilgili diğer araştırmacıların yapmış oldukları bulgular ile beraber değerlendirildiğinde, esansiyel yağ dozlarının düşük miktarda kullanılması koşuluyla ruminant hayvanlardaki verim performansını olumsuz yönde etkilemeyeceği sonucuna varılmıştır. Ancak esansiyel

yağların ruminant beslemede kullanımıyla ilgili çalışmalarda son yıllarda artış olmasına rağmen, konu halen yeterince aydınlatılmamıştır. Bu konudaki çalışmaların çoğunun *in vitro* koşullarda yürütülmüş olmasından dolayı konunun aydınlatılabilmesi adına daha çok sayıda *in vitro* ve *in vivo* çalışmalara gereksinim vardır.



KAYNAKLAR

- Acamovic, T., Brooker, J.D. 2005.** Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64: 403-412.
- Agarwal, N., Shekhar, C., Kumar, R., Chaudhary, L.C., Kamra, D.N. 2009.** Effect of peppermint (*Mentha piperita*) oil on *in vitro* methanogenesis and fermentation of feed with buffalo rumen liquor. *Animal Feed Science and Technology*, 148: 321-327.
- Akçil, E., Denek, N. 2013.** Farklı seviyelerde okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) yaprağının bazı kaba yemlerin *in vitro* metan gazı üretimi üzerine etkisinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 2(2): 75-81.
- Ando, S., Nishida, T., Ishida, M., Hosoda, K., Bayaru, E. 2003.** Effect of peppermint feeding on the digestibility, ruminal fermentation and protozoa. *Livestock Production Science*, 82: 245-248.
- Anonim, 2017.** In vitro true digestibility using the *Daisy incubator*. [https://www.ankom.com/product-catalog/daisy-incubator\(08.01.2017\)](https://www.ankom.com/product-catalog/daisy-incubator(08.01.2017)).
- AOAC, 1990.** Official methods of analysis. 16th. ed. Arlington, VA. U.S.A.
- Benchaar, C., Duynisveld, J.L., Charmley, E., 2006.** Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, 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. 2007a.** Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. *Journal of Dairy Science*, 90: 886-897.
- Benchaar, C., Chaves, A.V., Fraser, G.R., Wang, Y., Beauchemin, K.A., McAllister, T.A. 2007b.** Effects of essential oils and their components on *in vitro* rumen microbial fermentation. *Canadian Journal of Animal Science*, 87: 413-419.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A.V., Fraser, G.R., Colombatto, D., McAllister, T.A., Beauchemin, K.A. 2008.** A review of plant derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 209-228.
- Benchaar, C., Greathead, H. 2011.** Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167: 338-355.
- Blümmel, M., Makkar, H.P.S., Becker, K. 1997.** In Vitro Gas Production- A Technique Revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 77: 24-34.
- Blümmel, M., Makkar, H.P.S., Becker, K. 1998.** The *in vitro* gas production characteristics of whole roughage versus extracted neutral-detergent fibre and their implications for analysing the fermentation of cell solubles by a differential approach: In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants, Eds.: Deaville, E.R., Owen, E., Adesogan, A.T., Rymer, C., Huntington, J.A., Lawrence, T.L.J., BSAS No. 22, Edingburgh, pp: 85-88.
- Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J., Masse, D. 2004.** Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84: 319-335.
- Bodas, R., Lopez, S., Fernandez, M., Garcia-Gonzalez, R., Rodriguez, A.B., Wallace, R.J., Gonzalez, J.S. 2008.** In vitro screening of the potential of numerous plant species as antimethanogenic feed additives for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 245-258.

- Bozkurt, Z., Görgülü, M., Çelik, L. 2007.** Kekik (*Origanum vulgare*) ve çörekotu (*Nilgella sativa*) esansiyel yağı ile propolisin buğday samanının *in vitro* gerçek kuru madde, organik madde ve NDF sindirilebilirliğine etkisi. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran, s: 94-97, Bursa.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., Kamel, C. 2004.** Effects of different doses of plant extracts on rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 87(1): 213.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., Carro, M.D., Kamel, C. 2005.** Effect of garlic oil and four of its compounds on rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 88: 4393-4404.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., Kamel, C. 2006.** Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 89(2): 761-771.
- 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 for modifying rumen fermentation. *A review. Journal of Dairy Science*, 90: 2580-2595.
- Canbolat, Ö. 2006.** Seçmeli yemlemenin kuzularda besi performansı, karkas özellikleri, bazı rumen sıvısı ve kan parametreleri üzerine etkileri. *Doktora Tezi*, Uludağ Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Bursa.
- Canbolat, Ö., Karaman, Ş. 2009.** Bazı baklagil kaba yemlerinin *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2): 188-195.
- Canbolat, Ö., Karaman, Ş., Filya, İ. 2010.** Farklı kekik yağı dozlarının mısır silajının sindirimi ve rumen fermantasyonu üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi 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 Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17 (4): 557-565.
- Canbolat, Ö. 2012.** Bazı esansiyel yağların *in vitro* sindirim, rumen fermantasyonu ve metan gazı üretimi üzerine etkileri. *Iğdir University Journal of the Institute of Science & Technology*, 2(1): 91-98.
- Canbolat, Ö., Kara, H., Filya, İ. 2013.** Bazı baklagil kaba yemlerinin *in vitro* gaz üretimi, metabolik enerji, organik madde sindirimi ve mikrobiyal protein üretimlerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 71-81.
- Cardozo, P.W., Calsamiglia, S., Ferret, A., Kamel, C. 2005.** Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on *in vitro* rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of Animal Science*, 83: 2572- 2579.
- Castillejos, L., Calsamiglia, S., Ferret, A., Losa, R. 2005.** Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. *Animal Feed Science and Technology*, 119: 29-41.
- 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., Calsamiglia, S., Ferret, A., Losa, R. 2007.** Effects of dose 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., Tereso, J.M., Wijlen, H.T. 2008.** In vitro evaluation of effects of ten essential oils at three doses on ruminal fermentation of high concentrate feedlot-type diets. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 259–270.
- Chaves, A.V., He, M.L., Yang, W.Z., Hristov, A.N., McAllister, T.A., Benchaar, C. 2008.** Effects of essential oils on proteolytic, deaminative and methanogenic activities of mixed ruminal bacteria. *Canadian Journal of Animal Science*, 88: 117-122.
- Cobellis, G., Trabalza-Marinucci, M., Marcotullio, M.C., Yu, Z. 2016.** Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation and rumen bacteria *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 215: 25-36.
- Conner, D.E., 1993.** Naturally occurring compounds: Antimicrobials in foods, Eds.: Davidson, P. M., Branen A. L., Dekker, New York, pp: 441-468.
- Denek, N, Avci, M, Can, A., Daş, B., Aydın, S.S., Savrunlu, M. 2014.** Kimi kaba yemlerde farklı bitki yapraklarının *in vitro* metan üretimi üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 3(2): 59-66.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G. 2000.** Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308-316.
- Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., Heinemann, W.W. 1990.** Feed and Nutrition. The Ensminger Publishing Company, pp: 1544.
- Erwin, E.S., Marco, G.J., Emery, E.M. 1961.** Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, 41: 1768-1770.
- Evans, J.D., Martin, S.A., 2000.** Effect of thymol on ruminal microorganisms. *Current Microbiology*, 41(5): 336–340.
- Farag, R.S., Badei, A.Z.M.A., Hewedi, F.M., ElBaroty, G.S.A. 1989.** Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 66: 792-799.
- Fraser, G.R., Chaves, A.V., Wang, Y., McAllister, T.A., Beauchemin, K.A., Benchaar, C. 2007.** Assessment of the effects of cinnamon leaf oil on rumen microbial fermentation using two continuous culture systems. *Journal of Dairy Science*, 90: 2315-2328.
- Friedman, M., Henika, P.R., Mandrell, R.E. 2002.** Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *Journal of Food Protection*, 65: 1545-1560.
- Garcia, V., Catala-Gregori, P., Madrid, J., Hernandez, F., Megias, M.D., Andrade-Montemayor, H.M., 2007.** Potential of carvacrol to modify *in vitro* rumen fermentation as compared with monensin. *Animal*, 1(5): 675-680.
- Gershenson, J., Croteau, R. 1991.** Terpenoids: Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites, Eds.: Rosenthal G.A., Berenbaum M. R., Vol. 1. Academic Press, San Diego, CA, pp: 165-219.
- Getachew, G., Makkar, H.P.S., Becker, K. 2000.** Stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production in presence and absence of polyethylene glycol for tannin containing browses. EAAP Satellite Symposium, Gas production: fermentation kinetics for feed evaluation and to assess microbial activity, 18-19 August, Wageningen, The Netherlands.
- Günel, M., Işlak, 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.

- Helander, I.M., Alakomi, H., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E.J., Gorris, L.G.M., Wright, A. 1998.** Characterization of the action of selected essential oil components on gram negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 3590-3595.
- Hili, P., Evans, C.S., Veness, R.G. 1997.** Antimicrobial action of essential oils: The effect of dimethylsulphoxide on the activity of cinnamon oil. *Letters in Applied Microbiology*, 24: 269-275.
- Hu, W., Wu, Y., Liu, J., Guo, Y., Ye, J. 2005.** Tea saponins *in vitro* fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. *Journal of Zhejiang University Science B*, 6(8): 782-792.
- 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, K.A., Johnson, D.E. 1995.** Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73: 2483-2492.
- Kamalak, A. 2005.** Bazı kaba yemlerin gaz üretim parametreleri ve metabolik enerji içerikleri bakımından karşılaştırılması. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2): 116-120.
- Kamalak, A., Atalay, A.I., Özkan, C.O., Tathyer, A., Kaya, E. 2011.** Effect of essential orange (*Citrus sinensis L.*) oil on rumen microbial fermentation using *in vitro* gas production technique. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4): 764-769.
- Kamel, C. 2000.** A novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix*, pp: 19-21.
- Khorrani, 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.
- Kıvanç, M., Akgül, A. 1986.** Antibacterial activities of essential oils from Turkish spices and citrus. *Flavour and Fragrance Journal*, 1: 175-179.
- Kirchgessner, M., Windisch, W., Muller, H.L. 1995.** Nutritional factors for the quantification of methane production: Ruminant physiology: Digestion, metabolism, growth and reproduction proceedings of eighth international symposium of ruminant physiology, Eds.: Von Engelhardt, W., Leonhard-Marek, S., Breeves, G., Giesecke, D., Stuttgart Ferdinand Enke Verlag, pp: 333-348.
- 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.
- 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. ve Akünel, T. 2007.** Küresel ısınmada hayvancılığın payı ve zooteknist olarak bizim rolümüz. 5. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 05-08 Eylül 2007, Diğer Sözlü Bildiriler, Van.
- Langhout, P. 2000.** New additives for broiler chicks. *World Poultry-Elsevier*, (16):22-27.
- Lee, K.G., Shibamoto, T. 2002.** Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4947-4952.

- Lee, K.W., Evertsad, H., Beynen, A.C. 2004.** Essential oils in broiler nutrition. *International Journal of Poultry Science*, 3(12): 738-752.
- Macheboeuf, D., Morgavi, D.P., Papon, Y., Mousset, J.L., Arturo-Schaan, M. 2008.** Dose-response effects of essential oils on *in vitro* fermentation activity of the rumen microbial population. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 335-350.
- Makkar, H.P.S. 2005.** *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Animal Feed Science and Technology*, 123-124: 291-302.
- Mariam G.A., Samir, Z.E., Khaled, A.E., Sobhy, M.A.S. 2014.** Impact of essential oils blend on methane emission, rumen fermentation characteristics and nutrient digestibility in Barki sheep. *Journal of Agricultural Science*, 6(7): 144-156.
- McIntosh, F.M., Newbold, C.J., Losa, R., Williams, P., Wallace, R.J. 2000.** Effects of essential oils on rumen fermentation. *Reproduction, Nutrition and Development*, 40: 221. (Abstract)
- 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. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(8): 5011-5014.
- Menke, K.H., 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*, 28: 9-55.
- Mohammed, N. Ajisaka, Z., Lila, A., Mikuni, K., Hara, K., Kanda, S., Itabashi, H. 2004.** Effect of Japanese horseradish oil on methane production and ruminal fermentation *in vitro* and in steers. *Journal of Animal Science*, 82: 1839-1846.
- Newbold, C.J., McIntosh, F.M., Williams, P., Losa, R., Wallace, R.J. 2004.** Effect of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 114: 105-112.
- Ørskov, 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.
- Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U., Juven, B. 1995.** Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain. *Journal of Food Protection*, 58: 81-85.
- Patra, A.K., Yu, Z. 2012.** Effects of essential oils on methane production and fermentation by, and abundance and diversity of, rumen microbial populations. [http://doi:10.1128/AEM.00309-12\(27.01.2017\)](http://doi:10.1128/AEM.00309-12(27.01.2017)).
- 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, fermentation and abundances and diversity of microbial populations. [https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01434\(12.02.2017\)](https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01434(12.02.2017)).
- Reuter, H.D., Koch, J.P., Lawson, L. 1996.** Therapeutic effects and applications of garlic and its preparations: Garlic: The science and therapeutic application of *Allium sativum* L. and related species, Eds.: Koch, H.P., Lawson, L.D., Baltimore, MD, pp: 135-212.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A.R., Simonic, M., Knez, Z. 2005.** phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89: 191-198.
- Sniffer, C.J., Herdt, H.H. 1991.** Preface. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 7(2): XI.

- Spanghero, M., Zanfi, C., Fabbro, E., Scicutella, N., Camellini, C. 2008.** Effects of a blend of essential oils on some end products of *in vitro* rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 362-372.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C. 2006.** Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Italy, Rome.
- Stiles, J.C., Sparks, W., Ronzio, R.A. 1995.** The inhibition of candida albicans by oregano. *The Journal of Applied Nutrition*, 47: 96-102.
- Swamy, MP., Akhtar, MS., Sinniah, UR. 2016.** Antimicrobial properties of plant essential oils against human pathogens and their mode of action: An updated review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, ID 3012462, 1-21.
- 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.
- Tassou, C., Koutsoumanis, K., Nychas, G.J.E. 2000.** Inhibition of *Salmonella enteritidis* and *Staphylococcus aureus* in nutrient broth by mint essential oil. *Food Research International*, 33: 273-280.
- Tekeli, A., Yıldız, G., Drochner, W., Steingass, H., 2017.** Effects of essence oil additives added to different feeds on methane production. *Revista MVZ Córdoba*, 22(2): 5854-5866.
- Tokura, M., Chagan, I., Ushida, K., Kojima, Y. 1999.** Phylogenetic study of methanogens associated with rumen ciliates. *Current Microbiology*, 39: 123-128.
- 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. *GIDA*, 42(5): 588-596.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D., Lewis, B.A. 1991.** Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals 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 fermentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 15(10): 1458-1468.
- Walsh, S.E., Maillard, J.Y., Russell, A.D., Catrenich, C.E., Charbonneau, D.L., Bartolo, R.G. 2003.** Activity and mechanisms of action of selected biocidal agents on gram positive and negative bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 94: 240-247.
- Wiedmeier, R.D., Arambell, M.J., Walters, J.L. 1987.** Effect of orally administered pilocarpine on ruminal characteristics and nutrient digestibility in cattle. *Journal of Dairy Science*, 70: 284-289.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Barışcan CURABAY
Doğum Yeri ve Tarihi : ESKİŞEHİR/ODUNPAZARI/ 22.08.1990
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : Atayurt Okulları, 2008
Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 2014
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, 2014

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : -
İletişim (e-posta) : bcurabay@hotmail.com
Yayınları : **Curabay, B., Sözcü, A. 2014.** Kuluçkada yumurta içi (*In ovo*) besleme uygulamaları. 10. Ulusal Zootekni Kongresi, 23 Nisan, Kayseri. s:137, (Poster Bildiri).

Sözcü, A., Curabay, B. 2014. Kuluçkada Yumurta İçi (*In ovo*) Besleme Uygulamaları. *Hayvansal Üretim*, 55(1): 46-50.