

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı**

**ASPIR BİTKİSİNİN AT VE RUMİNANTLARDA *İN VİTRO*
SİNDİRİM PARAMETRELERİNE VE METAN
ÜRETİMİNE ETKİSİ**

**Hazırlayan
Alper ÇAĞRI**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA**

Yüksek Lisans Tezi

**Ekim 2016
KAYSERİ**

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

**ASPIR BİTKİSİNİN AT VE RUMİNANTLARDA *İN VİTRO*
SİNDİRİM PARAMETRELERİNE VE METAN
ÜRETİMİNE ETKİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Alper ÇAĞRI**

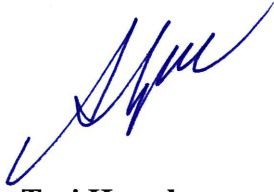
**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından TYL-2015-5842 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Ekim 2016
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



Tezi Hazırlayan
Alper ÇAĞRI

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

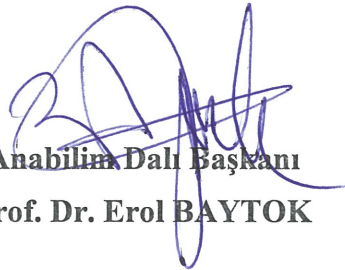
“Aspir Bitkisinin At ve Ruminantlarda *İn Vitro* Sindirim Parametrelerine ve Metan Üretimine Etkisi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Tezi Hazırlayan
Alper ÇAĞRI



Danışman
Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA



Anabilim Dalı Başkanı
Prof. Dr. Erol BAYTOK

Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA danışmanlığında **Alper ÇAĞRI** tarafından hazırlanan “**Aspir Bitkisinin At ve Ruminantlarda *In Vitro* Sindirim Parametrelerine ve Metan Üretimine Etkisi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı**’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

04/10/2016

JÜRİ

İmza

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA

(Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı)



Üye : Prof. Dr. Osman KÜÇÜK

(Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY

(İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Zootekni Bölümü)



ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulununtarih ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.... /.... /2016

Prof. Dr. Aykut ÖZDARENDELİ
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda çalışmalarımı yönlendiren, çalışmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek gelişmeye katkıda bulunan ve her zaman yanımda olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA'ya teşekkürü bir borç bilirim. Tecrübelerinden yararlandığım Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nın diğer Öğretim Üyelerine de teşekkür ederim. Tezimi sabır ve motivasyonla devam ettirmemde desteğini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşime de çok teşekkür ederim.



ASPIR BİTKİSİNİN AT VE RUMİNANTLARDA *İN VİTRO* SİNDİRİM PARAMETRELERİNE VE METAN ÜRETİMİNE ETKİSİ

Alper ÇAĞRI

Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi, Ekim 2016
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, aspir (*Carthamus tinctorius* L. Dinçer) tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının besin madde kompozisyonu ile atlarda ve ruminant rasyonlarında % 5, 10 ve 20 oranında kullanılmasının *in vitro* fermentasyon parametrelerine etkisini belirlemektir. Çalışmada aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanı sırasıyla % 12,30, % 8,10 ve % 3,74 ham protein (HP); % 2,02, % 8,82 ve % 7,71 ham kül (HK); % 27,42, % 2,13 ve % 1,37 ham yağ (HY); % 49,33, % 39,05 ve % 49,98 nötr deterjan lif (aNDFom); % 40,53, % 31,99 ve % 44,29 asit deterjan lif (ADFom) ve % 13,24, % 4,75 ve % 6,67 asit deterjan lignin (ADL) içerdiği saptandı. Analizle saptanan besin madde içerikleri kullanılarak hesaplanan metabolik enerji (ME) değeri ise aspir tanesi için 3569 kcal/kg KM, aspir kuru otu için 2040 kcal/kg KM ve aspir samanı için 1628 kcal/kg KM idi. At rasyonlarına % 5'e kadar ezme formda aspir tanesi ilavesi *in vitro* toplam gaz üretimi, gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS), metabolik enerji (ME), gaz verimi (GY₂₄), paylaşırma faktörü (PF₂₄), mikrobiyal ham protein üretimi (MCP) ve sindirim sıvısı kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) kompozisyonunu olumsuz etkilemedi; ancak at rasyonundaki aspir tanesinin düzeyi yükseldikçe bazı *in vitro* sindirim parametreleri olumsuz etkilendi (P<0,05). At rasyonlarına aspir kuru otu ve aspir samanının % 5-20 oranında ilavesi genel olarak *in vitro* sindirim parametrelerini (*in vitro* gaz üretimi, ME, SCFA, GY₂₄) olumlu etkiledi. Ruminant rasyonlarındaki %5 aspir tanesinin 96 saatlik *in vitro* kümülatif gaz üretimini, G-KMS, gerçek organik madde sindirimini (G-OMS), ME, net enerji laktasyon (NE_L), GY₂₄, PF₂₄ ve MCP değerleri ile SCFA kompozisyonunu olumsuz etkilemediği, ancak % 10 ve 20 oranında ilavesinin *in vitro* toplam gaz üretimi, ME, NE_L ve SCFA değerlerini olumsuz etkilediği saptandı (P<0,05). Aspir kuru otu ve samanının ruminant rasyonlarında % 20'e kadar kullanılmasının *in vitro* sindirim parametrelerine olumsuz etkisi olmadı (P>0,05). Aspir

tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının at ve ruminant rasyonlarında kullanımının *in vitro* metan üretimi üzerine önemli bir etkisi olmadı ($P>0,05$). Sonuç olarak, aspir tanesinin % 5'e kadar, aspir kuru otu ve aspir samanının ise % 20'e kadar at ve ruminant rasyonlarında kullanılabilecek potansiyele sahip yem kaynakları olduğu kanısına varıldı.

Anahtar sözcükler: Aspir, at, *in vitro* gaz üretimi, ruminant, sindirim



**THE EFFECT OF SAFFLOWER ON THE *IN VITRO* DIGESTION
PARAMETERS AND METHANE PRODUCTION IN HORSE AND RUMINANT**

Alper ÇAĞRI

**Erciyes University, Graduate School of Health Sciences
Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases**

Master Thesis, October 2016

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Kanber KARA

ABSTRACT

The aim of this study was determine that nutrient matter compositions and effect on the *in vitro* fermentation parameters using at 5, 10 and 20 % of safflower (*Carthamus tinctorius* L. Dinçer) grain, safflower hay and safflower straw in horse and ruminant diets. In the study, it was determined that grain, hay and straw of safflower contained 12.30%, 8.10% and 3.74% crude protein (CP); 2.02%, 8.82% and 7.71% crude ash (A); 27.42%, 2.13% and 1.37% diethyl ether extract (DEE); 49.33%, 39.05% and 49.98% neutral detergent fiber (aNDFom); 40.53%, 31.99% and 44.29% acid detergent fiber (ADFom) and 13.24%, 4.75% and 6.67% acid detergent lignin (ADL), respectively. The metabolic energy (ME) values which were calculated using the nutrient content determined by analysis were 3569 kcal/kg DM for safflower grain, 2040 kcal/kg DM for safflower hay and 1628 kcal/kg DM for safflower straw. Addition of crushing safflower grain up to 5% to horse diet did not affect negatively *in vitro* total gas production, true dry matter digestion (T-DMD), metabolic energy (ME), gas yield at 24 h (GY₂₄), partial factor (PF₂₄), microbial crude protein production (MCP) and short chain fatty acid composition (SCFA) of digestion fluid; and but increasing level of safflower grain in horse diet affected negatively some *in vitro* digestion parameters (P<0.05). Hay of safflower and straw of safflower at 5-20% ratio in horse diet were effect positively *in vitro* digestion parameters (*in vitro* gas production, ME, SCFA, GY₂₄). It were determined that the 5% safflower grain in ruminant diet did not affect negatively 96 hourly *in vitro* cumulative gas production, T-DMD, true organic matter digestion (T-OMD), ME, net energy lactation (NE_L), GY₂₄, PF₂₄ and MCP values and SCFA compositions; but 10 and 20% levels of safflower grain were affect negatively *in vitro* gas production, ME, NE_L, and SCFA values (P<0.05). The using of safflower hay and safflower straw in ruminant diet up to 20% were not effect negatively on the *in vitro* digestion parameters (P>0.05). The using of safflower grain, safflower hay and

safflower straw in horse and ruminant diets did not effect *in vitro* methane production ($P>0.05$). Consequently, safflower grain up to 5%, and safflower hay and safflower straw up to 20% were feed sources has potential will use in horse and ruminant diet.

Keywords: Digestion, horse, *in vitro* gas production, ruminant, safflower



İÇİNDEKİLER

ASPIR BİTKİSİNİN AT VE RUMİNANLARDAN *İN VİTRO* SİNDİRİM PARAMETRELERİNE VE METAN ÜRETİMİNE ETKİSİ

İÇ KAPAK.....	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
RESİMLER LİSTESİ.....	xv
KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Bitkisi	3
2.1.1. Aspir Bitkisi (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)’nin içeriği	4
2.2. Türkiyede Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Bitkisi Üretimi	4
2.3. Aspir Tohumu.....	6
2.4. Aspir Küspesi	7
2.5. Aspir Kuru Otu	7
2.6. Aspir Otu Silajı.....	8
3. GEREÇ VE YÖNTEM	9
3.1. Aspir Yeşil Otu, Aspir Tanesi, Aspir Samanı	9
3.1.1. Yem Numunelerinin Analizi.....	9

3.1.2. <i>İn Vitro</i> Sindirim Denemelerinde Kullanılan Ruminant ve At Rasyonları ile Aspirlerin Rasyona İlaveleri	11
3.2. <i>İn Vitro</i> Sindirim Teknikleri	15
3.2.1. Ruminantlar için <i>in vitro</i> Sindirim Tekniği	15
3.2.1.1. Rumen sıvısı inokulumu	15
3.2.1.2. <i>İn Vitro</i> Gaz Üretim Tekniği	16
3.2.1.2.1. <i>İn vitro</i> gaz üretimi için kullanılan malzemeler	16
3.2.1.2.2. <i>İn vitro</i> gaz üretimi için gerekli kimyasallar	17
3.2.1.3. Gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS) ve gerçek organik madde sindirimi (G-OMS)'nin saptanması.....	18
3.2.1.4. <i>İn vitro</i> toplam gaz ve metan üretiminin saptanması	19
3.2.1.5. <i>İn vitro</i> rumen pH düzeyinin belirlenmesi	19
3.2.1.6. Üretilen toplam gaz değerlerinden metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE _L) değerlerinin saptanması.....	19
3.2.1.7. Ruminantlarda gaz verimi, kısa zincirli yağ asitleri, paylaşırma faktörü ve mikrobiyal ham protein üretim düzeylerinin hesaplanması	20
3.2.2. Atlarda <i>İn Vitro</i> Sindirim Tekniği	20
3.2.2.1. Dışkı İnokulumu	20
3.2.2.2. Sweney <i>İn Vitro</i> Sindirim Tekniği	20
3.2.2.3. Atlarda gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS) ve gerçek organik madde sindirimi (G-OMS)'nin saptanması.....	21
3.2.2.4. Atlarda <i>in vitro</i> toplam gaz ve metan üretiminin saptanması	22
3.2.2.5. Atlarda <i>in vitro</i> sindirim sıvısı pH düzeyinin belirlenmesi	22
3.2.2.6. Atlarda <i>in vitro</i> üretilen toplam gaz değerlerinden metabolik enerji (ME) düzeyinin saptanması	22
3.2.2.7. Atlarda gaz verimi, kısa zincirli yağ asitleri, paylaşırma faktörü ve mikrobiyal ham protein üretim düzeylerinin hesaplanması	22
3.3. İstatistiksel analiz	24

4. BULGULAR	25
4.1. Aspir kuru otu, tanesi ve samanının besin madde içeriği.....	25
4.2. Aspir kuru otu, tanesi ve samanının at rasyonlarında kullanımının <i>in vitro</i> sindirim parametrelerine etkisi	25
4.3. Aspir kuru otu, tanesi ve samanının ruminant rasyonlarında kullanımının <i>in vitro</i> sindirim parametrelerine etkisi	31
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	36
5.1. Aspir tanesi, kuru otu ve samanının besin madde içeriği.....	36
5.2. At rasyonlarında aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının <i>in vitro</i> fermentasyon değerleri	38
5.3. Ruminant rasyonlarında aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının <i>in vitro</i> fermentasyon değerleri	39
6. KAYNAKLAR	42
EKLER	49
ÖZ GEÇMİŞ	50

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Türkiye'de aspir bitkisinin bölgelere göre ekim alanı, üretim miktarı ve durumu	5
Tablo 2.2.	Türkiye’de yetiştirilen aspir bitkisi çeşitleri	6
Tablo 3.1.	<i>İn vitro</i> gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırı tam rasyonu (TMR) .	11
Tablo 3.2.	<i>İn vitro</i> gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırı tam rasyonuna aspir tanesi ilavesi.....	12
Tablo 3.3.	<i>İn vitro</i> gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırı tam rasyonuna aspir kuru otu ilavesi.....	12
Tablo 3.4.	<i>İn vitro</i> gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırı tam rasyonuna aspir samanı ilavesi.....	13
Tablo 3.5.	<i>İn vitro</i> sindirim denemesinde kullanılan at rasyonu (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında)	13
Tablo 3.6.	<i>İn vitro</i> sindirim denemesinde kullanılan at rasyonuna (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında) aspir tanesi ilavesi	14
Tablo 3.7.	<i>İn vitro</i> sindirim denemesinde kullanılan at rasyonuna (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında) aspir kuru otu ilavesi	14
Tablo 3.8.	<i>İn vitro</i> sindirim denemesinde kullanılan at rasyonuna (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında) aspir samanı ilavesi	15
Tablo 3.9.	<i>İn vitro</i> gaz üretiminde kullanılan kimyasal solüsyonların içeriği	18
Tablo 3.10.	<i>İn vitro</i> fermentasyon için kullanılacak tampon solüsyonunun kompozisyonu	23
Tablo 4.1.	Çalışmada kullanılan aspir tanesi, kuru otu ve samanının besin madde ve metabolik enerji düzeyi.....	25
Tablo 4.2.	At rasyonunda aspir tanesi (ezme) kullanımının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi	26
Tablo 4.3.	At rasyonunda aspir kuru otu kullanımının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi	26

Tablo 4.4.	At rasyonunda aspir samanı kullanımının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi.....	27
Tablo 4.5.	Atlarda aspir tanesi, kuru otu ve samanının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi.....	28
Tablo 4.6.	At rasyonunda aspir tanesi kullanımının <i>in vitro</i> fermentasyon parametrelerine etkisi.....	28
Tablo 4.7.	At rasyonunda aspir kuru otu kullanımının <i>in vitro</i> fermentasyon parametrelerine etkisi.....	29
Tablo 4.8.	At rasyonunda aspir samanı kullanımının <i>in vitro</i> fermentasyon parametrelerine etkisi.....	30
Tablo 4.9.	Ruminant rasyonunda aspir tanesi (ezme) kullanımının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi	31
Tablo 4.10.	Ruminant rasyonunda aspir kuru otu kullanımının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi	31
Tablo 4.11.	Ruminant rasyonunda aspir samanı kullanımının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi	32
Tablo 4.12.	Ruminant rasyonunda aspir tanesi, aspir kuru ve aspir samanının <i>in vitro</i> kümülatif toplam gaz ve metan üretimlerinin karşılaştırılması	32
Tablo 4.13.	Ruminant rasyonunda aspir tanesi kullanımının <i>in vitro</i> fermentasyon parametrelerine etkisi.....	33
Tablo 4.14.	Ruminant rasyonunda aspir kuru otu kullanımının <i>in vitro</i> fermentasyon parametrelerine etkisi.....	34
Tablo 4.15.	Ruminant rasyonunda aspir samanı kullanımının <i>in vitro</i> fermentasyon parametrelerine etkisi.....	34

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1. Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L. Dinçer) yeşil otu	10
Resim 3.2. Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L. Dinçer) tanesi.....	10
Resim 3.3. Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L. Dinçer) samanı.....	10



KISALTMALAR

ADF	: Asit Deterjan Lif
ADFom	: Külsüz Asit Deterjan Lif
ADL	: Asit Deterjan Lignin
aNDFom	: Alfa-Amilaz Kullanılarak Saptanan Külsüz Nötral Deterjan Lif
AOAC	: Association of Official Agricultural Chemists
g	: Gram
G-KMS	: Gerçek Kuru Madde Sindirimi
G-OMS	: Gerçek Organik Madde Sindirimi
GÜ	: Gaz Üretimi
GY₂₄	: <i>İn vitro</i> 24. Saatteki Gaz Verimi
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HS	: Ham Selüloz
HY	: Ham Yağ
kcal	: Kilo kalori
kg	: Kilogram
KM	: Kuru Madde
M	: Molarite
MCP	: Mikrobiyal Ham Protein Üretimi
ME	: Metabolik Enerji
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
Mmol	: Milimol
NDF	: Nötral Deterjan Lif
NE_L	: Net Enerji Laktasyon
NRC	: National Research Council
PF₂₄	: <i>İn vitro</i> 24. Saatteki Paylaştırma Faktörü
SCFA	: Kısa Zincirli Yağ Asitleri Düzeyi
SE	: Sindirilebilir Enerji

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bir yağlı tohum bitkisi olan aspir; küresel ısınmanın etkisini daha çok hissettirdiği günümüzde kuraklığı dayanıklı bir yem bitkisi olmasından dolayı giderek önem kazanmaktadır (1, 2). Ülkemizin sulanabilir arazilerinin kısıtlı olduğu bilinen bir gerçektir. Bu yüzden sulanamayan tarım arazilerinin değerlendirilmesi ve ekonomiye katkı sağlayacak ham madde ve yan ürün sağlanması bakımından aspir ve benzeri bitkilerin yetiştirilmesi önem taşımaktadır (2). Bitkinin hasat sonrası yan ürün olarak arazide kalan lifli bileşikler bakımından zengin olan samanı ise kaba yem açığının önem arz ettiği günümüzde ruminant ve at beslemede kullanılabilecek potansiyeli olan bir yemdir. Bu bitkinin tohumlarından elde edilen yağ insan beslenmesi yanında sanayide de kullanılabilmektedir (3). Yağ asidi profili Türkiye’de insan beslemesi için fazlaca talep edilen ayçiçeği yağına benzemektedir. Yetiştirilmesinde suya fazla gereksinim duymaması (3-6) gibi nedenlerle Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bu bitkinin ekim alanlarının arttırılması için hem eğitim desteği vermekte hem de maddi teşviklerde bulunmaktadır (7). Bu teşviklerle ülkemizde son on yılda aspir ekim alanı 1000 kat artmıştır (8). Bitkinin hasat sonrası yan ürün olarak arazide kalan samanının yanında vejetasyon başlangıcında (çiçeklenme öncesi) biçilen yeşil otunun ve aspir tanesinin de hayvan beslemede kullanılabilecek potansiyele sahip olabileceği konusunda araştırmalar yapılmaktadır.

Birleşmiş Milletler tarafından yapılan Uluslararası İklim Değişikliği Paneli’ne (IPCC: The Intergovernmental Panel on Climate Change) göre insanların çeşitli etkilerle (tarım-hayvancılık ve sanayideki gelişmelerle) salınımında artışa neden olduğu sera gazları, son 50 yılda küresel ısınmayı önemli derecede arttırmıştır. Hatta; Akdeniz ülkeleri son 900 yılın en kurak yıllarını son 10 yıllık dönemde yaşamaktadır (9). Kurak olmayan bölgeler yarı kurak, yarı kuraklar kurak ve kurak iklimlere sahip bölgeler ise çöl haline gelmektedir (2). Sera gazları arasında en önemlileri metan, karbondioksit ve nitroz

oksittir. İnsana bağlı nedenlerle metan emisyonundaki artış sebeplerinden birisi de kırmızı et, süt ve yapağı üretimi için dünyada ruminant (özellikle besi ve süt sığırı) yetiştiriciliğinin artmasıdır (10, 11). Sera gazlarından metanın küresel ısınma üzerine etkisinin karbondioksitten 23-25 kat fazla ve atmosferde kalma süresinin yaklaşık 12 yıl olması gibi sebeplerden dolayı salınımının azaltılması önemlidir (12). Küresel metan salınımının % 50-60'ı tarım ve hayvancılık sektöründen kaynaklanmaktadır (13). Atlar da ruminantlardan sonra metan salınımında önemli role sahip olan çiftlik hayvanlarıdır. Yetişkin bir süt sığırı yıllık 35-55 kg metan üretirken; yetişkin bir at yıllık 18 kg metan üretmektedir. Dünyadaki at popülasyonu düşünüldüğünde, hayvansal kaynaklı metan salınımı içinde atların payı % 0,5-3 kadardır (14). Ancak son 10 yılda atlar tarafından metan salınımı % 75 artış göstermiştir (15). Ruminantlar ve atların çevreye bıraktığı metanın eliminasyonu küresel ısınmanın önlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle son yıllarda hem ruminant hem de at rasyonlarında metan üretimini azaltmak için çeşitli hammaddeler ya da yem katkıları araştırılmıştır (10, 16-18).

Bu açıdan değerlendirildiğinde metan üretimini azaltan yem hammadde ve katkılarının kullanımı ile mevcut küresel ısınmadaki olumsuzluklar önlenmeye çalışılabilir. Ancak şu anki şartlarda bu kurak iklime sahip bölgelere uygun bitkilerin yetiştiriciliğinin ön plana çıkarılıp; bu bitkilerin sanayide ve hayvan beslemede kullanılabilirliğinin araştırılması önemli bir konudur. Aspir bu amaçla kullanılabilir bir bitkidir. Aspir ile atların sindirim kanalında oluşan ve koliğe neden olan metan ve karbondioksit gazlarının eliminasyonu ve sancı vakalarının azaltılması da mümkündür.

Bu çalışmada aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının atlarda ve ruminantlarda rasyona % 5, 10 ve 20 düzeyinde ilavesinin *sindirim* parametrelerine etkisinin *in vitro* sindirim teknikleriyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Her iki hayvan türünde de bu yem maddelerinin sindirim parametreleri ve metan üretimlerine etkisinin ortaya konulması ve rasyonlarda kullanılabilecek oranları konusunda *in vivo* çalışmalara yol göstermesi hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Aspir (*Carthamus tinctorius L.*) Bitkisi

Aspir (*Carthamus tinctorius L.*), dünya tarımında yaygın olarak kullanılmayan ve potansiyeli henüz anlaşılamamış ve önemli bir yağlı tohum bitkisidir. Sınırlı alanlarda ekilmesine ve üretiminin az olmasına rağmen; tarım sistemleri içerisinde önemli bir role sahiptir (1, 3, 19, 20). Aspir; soya, kolza, ayçiçeği gibi diğer yağlı tohumlu bitkilere oranla çok daha az suya ihtiyaç duyan, hatta kıraç topraklarda yetişebilen bir bitkidir. Son dönemlerde iklim değişikliğinden dolayı ön plana çıkması olası bir yağlı tohum bitkisidir (21). Bu özelliklerinden dolayı, Türkiye bitkisel yağ ve karma yem sektörleri için potansiyel hammadde kaynağı olması, alternatif alanlarda yetiştirilebilmesi, münavebeye girebilmesi, nadas alanlarını değerlendirmesi ve bu özelliklerinden dolayı hububat alanlarını daraltma ve gıda güvencesini tehdit etme konularında önemli bir risk oluşturmaması gibi nedenlerle üzerinde önemle durulması gereken bir yağlı tohum bitkisidir (22, 23).

Aspir bitkisi kışlık, yazlık ya da ekim nöbeti bitkisi olarak da ekilebilen, karasal iklime uyumlu, kuraklığa dayanıklı, her tür toprakta yetişebilen, tohumunda yağ oranı yüksek bir bitkidir (1). Bu bitki genellikle verimsiz topraklara diğer yağlı tohumlu bitkilere oranla daha iyi uyum sağlar ve özel bir itina istemeden yetiştirilebilir (23). Tüm bu özellikleriyle ülkemiz açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye’de 80’li yıllara kadar özellikle Isparta ve Eskişehir’de üretimi yapılan aspir tanesinden daha çok küçük yağhanelerde kaliteli yağ çıkarılarak yararlanılmıştır. Ülkemiz iklimine ve toprağına uygun bir yağlı tohum olmasına rağmen aspirin üretimi son yıllarda Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın tarımsal teşvikleriyle önemli düzeyde artmaya başlamıştır. Ülkemizde insan tüketimi için yağ açığı bulunduğundan bu yağlı bitkinin önemi de artmaktadır (24). Aspir tohumu ve yan ürünlerinin (aspir küspesi, samanı) tüm dünyada ihracatı yapılmaktadır. Hindistan, Amerika Birleşik

Devletleri, Meksika, Arjantin ve Kazakistan Dünya’da en fazla aspir üreten ülkelerdir (22, 25).

2.1.1. Aspir Bitkisi (*Carthamus tinctorius L.*)’nin içeriği

Aspir *Campanulatae (Asterales)* takımının *Compositae (Asteraceae)* familyasında bulunan *Carthamus* cinsinin *Carthamus tinctorious L.* türüdür. Gen merkezi olarak, Afrika, Ortadoğu ve Asya kıtası bilinmektedir (23). Aspir *Compositae* ya da *Asteraceae* familyasına ait farklı çevre ve toprak şartlarında yetiştirilebilen insan oğlunun kullandığı en eski ürünlerden biridir. Tek yıllık kazık köklü bir bitki olup; dikenli ve dikensiz türleri bulunmaktadır (26). Bu bitkinin günümüzde gıda ve endüstriyel amaçlı olarak kültürü yapılmış olan varyeteleri de bulunmaktadır. Bu varyetelerinin linoleik ve oleik asit düzeyi yüksek olan tipleri vardır. Linoleik asit düzeyi yüksek olan varyetelerinin yağındaki linoleik asit düzeyi % 70-80 kadar olup, insan gıdası olarak salatada ve yumuşak margarin üretiminde kullanılmaktadır (1,26). Oleik asit varyetelerinin yağı ise % 80 oranında oleik asit ihtiva eder. Bu varyeteleri de ısıya dayanıklı pişirme yağı, yağlı boyalarda kuru yağ/ yarı-kuru yağ ve endüstride kaplama yağı olarak kullanılabilir (25).

2.2. Türkiyede Aspir (*Carthamus tinctorius L.*) Bitkisi Üretimi

Aspir bitkisi Türkiye’nin tarım arazilerinin sulanamayan kısımlarında ekimi yapılabilecek potansiyele sahip olduğundan su kaynaklarının azaldığı son yıllarda ekim alanları artmış olan kuraklığa dayanıklı bir bitkidir (2). Türkiye’nin bitkisel yağ ve karma yem sektörleri için potansiyel hammadde kaynağı olması, alternatif alanlarda yetiştirilebilmesi, münavebeye girebilmesi, nadas alanlarını değerlendirmesi ve bu özelliklerinden dolayı hububat alanlarını daraltma ve gıda güvencesini tehdit etme gibi konularda önemli bir risk oluşturmadığı için üzerinde önemle durulması gerekir (27, 28). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye’de 2000’li yılların başında yaklaşık 300 dekar/yıl olan ekim oranı, 2013 yılında 1000 kat artarak yaklaşık 300 bin dekar/yıl’a ulaşmıştır (8). Türkiye’de 2000 yılında yıllık aspir üretim düzeyi sadece 18 ton iken 2013 yılında 45000 ton/yıl’a ulaşmıştır (8). Dünyada 2009 yılında aspir üretiminin 650 bin ton olduğu bildirilmiştir (22). Günümüzde Türkiye; Dünya aspir üretimi bakımından Hindistan, Meksika, Kazakistan, ABD, Arjantin ve Çin’in ardından

7. sırada yer almaktadır (8, 22). Türkiye'deki aspir türleri genellikle çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit bakımından zengindir (1, 25, 29).

Yıllık yağışın yetersiz olduğu ve sulama imkanının olmadığı kuru tarım alanlarında, erken ilkbaharda ekim yapmak daha uygundur. İç Anadolu Bölgesi'nde toprak sıcaklığının $\geq +4$ °C olduğu ve ilk tava geldiği 15 Mart ile 15 Nisan tarihleri arasında ekimi yapılmalıdır. Bu tarihten önce ekilmesi soğuk zararını ortaya çıkarır. Geç ekimler ise hasatta elde edilecek verimin düşmesine neden olur. Kışları ılıman geçen bölgelerde sonbaharda ekimi yapılmalıdır (30). Özellikle Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın son yıllarda aspir tarımı ile ilgili yaptığı destekler ve teşvik toplantıları nedeniyle aspir üretimi yurdumuzda gün geçtikçe artmakta ve çiftçilerimiz tarafından da benimsenmeye başlanmaktadır. Ayrıca ekilen aspirin satılamaması çiftçilerimizin elinde kalması korkusunu da yenmek için çeşitli büyük firmalarla anlaşmalar imzalanmakta, ürünün çiftçilerden alınacağını garanti de Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından verilmektedir.

Tablo 2.1. Türkiye'de aspir bitkisinin bölgelere göre ekim alanı, üretim miktarı ve durumu (23).

Türkiye'nin belli bölgesi	Ekim Alanı (ha/yıl)	Üretim (ton/yıl)
Güneydoğu Anadolu	6617	6329
Batı Anadolu	3375	8129
Orta Anadolu	1802	6803
Doğu Marmara	985	3160
Ege	312	401
Batı Marmara	181	408
Akdeniz	131	506
Batı Karadeniz	75	198
Ortadoğu Anadolu	14	36
Kuzeydoğu Anadolu	6	30
Toplam	13498	26000

Tablo 2.2. Türkiye’de yetiştirilen aspir bitkisi çeşitleri (23).

Çeşitler	Dikenlilik	Çiçek Rengi	Bitki Boyu (cm)	Tane Rengi	Yağ Oranı (%)
Yenice	Dikensiz	Kırmızı	100-120	Beyaz	24-25
Dinçer	Dikensiz	Turuncu	90-110	Beyaz	25-28
Remzibey-05	Dikenli	Sarı	60-80	Beyaz	30-33
Balcı	Dikenli	Sarı	55-70	Krem	38-40

2.3. Aspir Tohumu

Aspir tohumu etrafı kapçıkla sarılı olduğundan kapçıklı tohum (*achene*) olarakta nitelenebilir. Aspir tanesi şekil olarak ayçiçeği tanesine benzer ama daha küçük olup beyaz renkli ve serttir. Aspir tohumundaki kabuk oranının tanenin % 33-60’ı kadar olduğu bildirilmiştir (1, 22, 31). Kabuk kısmı kalın olduğundan daha ince kabuklu varyeteleri de geliştirilmiştir (26). Aspir bitkisinin fosfolipitleri yumurta tavuklarının yağlı karaciğer sendromunu azaltmak için kullanılmaktadır (32). Tanenin ekstraktı ise bazı kemik hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır (33). Aspir taneleri Kore’de osteoporozun önlenmesinde eskiden beri kullanılmaktadır. Ovariectomize ratlara aspir tanesi verdikleri çalışmada östrojen eksikliğinden kaynaklanan kemik erimesinin önlenmesinde aspir tanelerinin etkili olduğunu belirtmişlerdir (33). Araştırma sırasında aspir tanesinden lignanlar, flavonlar ve serotoninler olmak üzere üç grup polifenolik bileşik elde edilmiştir. Bunlardan ilk ikisi iyi bilinen fitoöstrojenlerdir. Aspirin yapısındaki bu fitoöstrojenlerin osteoblastların üremesini teşvik ettiği belirtilmiştir (34).

Aspir tanesi varyetelere göre değişmekle birlikte kuru maddede % 13-19 ham protein (HP), % 24-38 ham yağ (HY), % 42 nötr deterjan lif (NDF), % 32 asit deterjan lif (ADF), % 19-20 ham selüloza (HS) sahiptir (35, 36). Son yıllarda aspir tohumunun yağ düzeyi yüksek (% 47 HY) lif düzeyi ise düşük (% 25 NDF, % 18 ADF) varyeteleri geliştirilmiştir (36). Aspir tohumunun toplam yağı içinde % 14 oleik asit (C18:1), % 76 linoleik asit (C18:2), ve % 0,26 linolenik asit (C18:3) bulunduğu ortaya koyulmuştur (37). Çok tuzlu topraklarda yetişen aspir bitkisinin tohumundaki yağ asitlerinden oleik asit düzeyinin arttığı, linoleik ve linolenik asit düzeylerinin ise azaldığı görülmüştür (36). Ingale ve Shrivastava (38) yaptıkları çalışmada aspir tohumunun siyanojenik

glikozitler (ortalama 4 mg HCN/100 g), tanen (ortalama 0,5 g/100 g) ve okzalot (ortalama 0,1 g/100 g) ile hemaglutinin aktivitesinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Aspir tohumunun total fenolik madde içeriğinin yaklaşık 1,5 g/100 g, oksidatif stabilitesinin (toplam tokoferol) 12 mg/100 g, aspir yağının oksidatif stabilitesinin (toplam tokoferol) 53 mg/100 g ve linoleik asit (omega-6) düzeyinin ise yaklaşık % 70,5 olduğu saptanmıştır (35). Aspir tohumu ve yağındaki oksidatif stabilitenin göstergesi olan total tokoferol (α -, β -, γ -, δ -) içinde önemli antioksidan etkinliğe sahip olan α -tokoferol düzeyinin çok yüksek olduğu (10 ve 44 mg/100 g) tespit edilmiştir (35).

2.4. Aspir Küspesi

Endüstride aspir yağı elde etmek için işlenen aspir tohumlarından soğuk pres, ekspeller pres ve solvent ekstraksiyon kullanılarak yağı ekstrakte edildikten sonra yan ürün olarak açığa çıkan ve protein bakımından iyi durumda olan aspir küspesi hayvan beslemede kullanılma potansiyeline sahiptir (29). Aspir küspesinin besin madde profili ve kalitesi küspedeki kabuk oranına ve ekstraksiyon yöntemine göre çeşitlilik göstermektedir. Kabuğu ayrılmamış aspir küspelerinin ham protein düzeyini % 20-25, kabuğu alınmış küspelerin ham protein düzeyi ise % 40 ya da daha üstüne çıkabilmektedir (39). Aspir küspesi kalsiyum (% 0,34 KM'de) magnezyum (% 0,28 KM'de) fosfor (% 0,83 KM'de) çinko (64 ppm, KM'de) ve demir (422 ppm, KM'de) minerali kaynağıdır (40).

2.5. Aspir Kuru Otu

Aspir bitkisinden kaliteli kuru ot elde edilebilir ve dikenli olmasına rağmen; koyunlar tarafından kolaylıkla tüketilebilir (41). Koyunlarda ve süt ineklerinde rasyonda aspir kuru otunun seçiciliğinin ve reddedilmesinin (özellikle sapları) samana kıyasla %14 oranında daha düşük olduğu tespit edilmiştir (42). Aspir otları Avustralya'da inekleri ve İtalya'da koyunları büyütmek için kaba yem kaynağı olarak oldukça fazla kullanım alanı bulmaktadır (19, 42). Aspir kuru otuyla beslenen koyunlarda buğday samanıyla beslenen koyunlara göre daha yüksek hızda canlı ağırlık artışı ve vücut gelişimi görülmüştür. Bunun yanında aspir kuru otuyla beslenen koyunlarda samanla beslenen koyunlara göre döl veriminin de arttığı tespit edilmiştir (43). Fakat aspir kuru otunun süt verimini olumlu veya olumsuz değiştirmediği tespit edilmiştir (42).

2.6. Aspir Otu Silajı

Aspir silajı süt ineklerinin günlük rasyonlarında 30 kg/gün geçmeyecek şekilde mısır silajının yerine kullanılabilir. Rasyonda mısır silajı yerine aspir silajı kullanılmasının süt yağı ve laktoz seviyesini değiştirmediği tespit edilmiştir (42).

Karakay Oğuz ve ark. (31) yaptıkları çalışmada laboratuvar tipi silaj kavanozlarında yapılan % 100 mısır hasılı, %50 mısır hasılı+%50 aspir tohumu (KM bazında) ve % 50 mısır hasılı+% 50 süt sığırı yemi (KM bazında) kullanarak yaptıkları üç farklı silajın pH düzeylerinin 3.93, 4.15 ve 4.16 olduğunu ve silaj için normal kabul edilen pH (3.8-4.2) aralığında bulunduğunu saptamışlardır. Aynı zamanda bu çalışmada silaj numunelerinin hiçbirisinde total aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisin varlığına rastlanılmamıştır. Sonuç olarak, gerek duysal gerek, kimyasal ve gerekse mikotoksin yönünden yapılan incelemelerde mısır hasılına aspir tanesinin ya da sığır süt yemi karmasının katılmasının ve dört yıl gibi uzun bir süre silolanmasının bakılan kriterler üzerine olumsuz bir etkisinin görülmediği ifade edilmiştir.

İsrail’de yapılan bir çalışmada aspir bitkileri ortalama 500 mm yıllık yağış alan bölgelerde çeşitli sulama ve gübreleme kombinasyonları altında yeti tirilmi  ve tam    eklenme aşamasında anaerobik cam kavanozlarda silolanmı tır. Her kavanozun pH’sı ölçülmüş ve laktik asit bakterileri  rneklelenmi tir. 35 gün sonra silajlar analiz edilmiş ve aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak aspir bitkisine yapılan sulamaların kuru madde içeriğini etkilediği fakat karbonhidrat verimini ve silaj kalitesini arttırmadığı g r lm  tur. Azotla gübreleme aspir bitkisinin tamponlama kapasitesini arttırmış fakat az miktarda da olsa silaj üzerinde fermentasyon kayıpları ya anmı , daha yüksek laktik asit üretimi ve anaerobik stabilite geliştiği gözlemlenmiştir (44).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Aspir Yeşil Otu, Aspir Tanesi, Aspir Samanı

Çalışmada kullanılan aspir (*Carthamus tinctorius* L. Dinçer) Kırşehir ili şartlarında yetiştirilen Dinçer türüdür.

Aspir yeşil otu: Aspir bitkisinin çiçeklenme öncesi dönemde biçilmesiyle elde edilen ot kullanıldı. (Resim 1). Bu numuneler kurutulduktan sonra analizler gerçekleştirildi.

Aspir tanesi: Aspir tohumu aspirin hasadından sonra elde edilen olgun tanedir (Resim 2).

Aspir samanı: Aspir samanı ise aspirin hasadından sonra elde edilen ve tam olarak kurumuş samandır (Resim 3).

Aspir numuneleri 1 mm elek çapından geçebilecek boyutta laboratuvar tipi değirmende (IKA-Werke, Almanya) öğütülüp, yem analizleri ve *in vitro* sindirim denemelerinde kullanıldı.

Çalışmada aspir tohumu, kuru otu ve samanının tek başına (%100) kullanıldığında ve tam rasyonda (TMR) % 5, % 10 ve % 20 oranından kullanıldığında at ve ruminantlardaki *in vitro* sindirimi araştırıldı.

3.1.1. Yem Numunelerinin Analizi

Yem numunelerinin kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) düzeyi AOAC (45)'a göre saptandı. Nötür deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler (NDF), asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) düzeyi Van Soest ve ark. (46) tarafından bildirilen metotlar doğrultusunda yapıldı. Numunelerde NDF analizi yapılırken 0,5 g sodyum sülfat (Merck) ve 200 µL ısıya dayanıklı alfa-amilaz (Megazyme, İrlanda) kullanıldı (aNDF).

Bulunan aNDF, ADF ve ADL % değerleri kl kalıntısı içermekteydi (aNDFom, ADFom ve ADL). Yukarıda bahsedilen tüm besin madde analizleri 3 tekrarlı olarak yapıldı.

Aspir tanesi, kuru otu ve samanının analizle belirlenen besin madde içerikleri kullanarak aşağıdaki formülle metabolik enerji (ME) değeri hesaplandı (47, 48).

$$\text{ME (kcal/kg KM): } 3227 + 62,86 \% \text{ HY} - 31,79 \% \text{ HK} - 32,50 \% \text{ ADFom}$$



Resim 3.1. Aspir (*Carthamus tinctorius* L. Dinçer) yeşil otu



Resim 3.2. Aspir (*Carthamus tinctorius* L. Dinçer) tanesi



Resim 3.3. Aspir (*Carthamus tinctorius* L. Dinçer) samanı

3.1.2. *İn Vitro* Sindirim Denemelerinde Kullanılan Ruminant ve At Rasyonları ile Aspirlerin Rasyona İlaveleri

Çalışmada kullanılan ruminant ve at rasyonları ve bu rasyonların % 5, 10 ve 20 oranında aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanı içerecek şekilde oluşturulan farklı rasyonlar Tablolarda verilmiştir (Tablo 3.1-3.8).

Tablo 3.1. *İn vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırları tam rasyonu (TMR)

Yemler	Verilen yem kg/gün (Yaş olarak)	Verilen yem kg/gün (KM olarak)
Mısır silajı	4,00	1,20
Buğday samanı	2,00	1,80
Arpa tanesi	3,50	3,15
Sığır besi yemi (% 15 HP, 2700 kcal/kg ME)	4,00	3,60
<i>Toplam (kg)</i>	<i>13,50</i>	<i>9,75</i>
<i>Besin madde içeriği (Hesapla bulunan değerler)</i>		
Rasyon KM oranı (%)		70,40
Rasyonun kaba yem oranı (% KM'de)		30,40
HP (% KM'de)		12,00
ME (kcal/kg)		2457,00
Kalsiyum (g/gün)		58,00
Fosfor (g/gün)		30,20
<i>Besin madde içeriği (Analizle bulunan değerler)</i>		
HK %		7,25
HP %		11,50
HY %		2,64
aNDFom %		36,15
ADFom %		20,58
ADL %		3,29

ADFom: Külsüz asit deterjan lif, **ADL:** Asit deterjan lignin, **aNDFom:** alfa amilaz ile saptanan külsüz nötr deterjan lif, **HK:** Ham kül, **HP:** Ham protein, **HY:** Ham yağ, ME: Metabolik enerji

Tablo 3.2. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırı tam rasyonuna aspir tanesi ilavesi

Yemler	Rasyon içeriği kg/gün (KM olarak)			
	Aspir içermeyen TMR		Aspir tanesi içeren TMR'lar	
	% 0	% 5	% 10	% 20
Aspir tanesi	-	0,50	1,00	2,00
Mısır silajı	1,20	1,20	1,20	1,20
Buğday samanı	1,80	1,80	1,80	2,25
Arpa tanesi	3,15	2,65	2,15	0,00
Sığır besi yemi (% 15 HP, 2700 kcal/kg ME)	3,60	3,60	3,10	2,80
Pamuk tohumu küspesi	-	-	0,50	1,50
Toplam (kg)	9,75	9,75	9,75	9,75
HP (% KM'de)	12,00	11,58	11,66	11,96
ME (kcal/kg)	2457,00	2498,00	2515,00	2488,00

HP: Ham protein, **KM:** Kuru madde, **ME:** Metabolik enerji

Tablo 3.3. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırı tam rasyonuna aspir kuru otu ilavesi

Yemler	Rasyon içeriği kg/gün (KM olarak)			
	Aspir içermeyen TMR		Aspir kuru otu içeren TMR'lar	
	% 0	% 5	% 10	% 20
Aspir kuru otu	-	0,5	1,00	2
Mısır silajı	1,20	0,70	0,20	-
Buğday samanı	1,80	1,80	1,80	1,00
Arpa tanesi	3,15	3,15	3,15	3,15
Sığır besi yemi (% 15 HP, 2700 kcal/kg ME)	3,60	3,60	3,60	3,60
Toplam (kg)	9,75	9,75	9,75	9,75
HP (% KM'de)	12,00	12,03	12,06	12,45
ME (kcal/kg)	2457,00	2449,00	2441,00	2483,00

HP: Ham protein, **KM:** Kuru madde, **ME:** Metabolik enerji

Tablo 3.4. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan besi sığırı tam rasyonuna aspir samanı ilavesi

	Rasyon içeriği kg/gün (KM olarak)			
	Aspir içermeyen TMR	Aspir samanı içeren TMR'lar		
		% 0	% 5	% 10
Yemler				
Aspir samanı	-	0,50	1,00	2,00
Mısır silajı	1,20	1,20	1,20	1,00
Buğday samanı	1,80	1,30	0,80	-
Arpa tanesi	3,15	3,15	3,15	3,15
Sığır besi yemi (% 15 HP, 2700 kcal/kg ME)	3,60	3,60	3,60	3,60
Toplam (kg)	9,75	9,75	9,75	9,75
HP (% KM'de)	12,00	12,01	12,02	11,98
ME (kcal/kg)	2457,00	2465,00	2472,00	2473,00
HP: Ham protein, KM: Kuru madde, ME: Metabolik enerji				

Tablo 3.5. *In vitro* sindirim denemesinde kullanılan at rasyonu (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında)

Yemler	Verilen yem, KM, kg/gün
Buğday Samanı	3,00
Çayır kuru otu, olgun	3,00
Yonca kuru otu, çiçeklenme ortası	1,50
Arpa, ezme	0,50
Bitkisel Yağ	0,10
Yulaf, ezme	0,50
Pamuk tohumu küspesi, solvent, % 44 HP'li	0,50
KM, kg/gün	9,10
Rasyonun besin madde içeriği (hesapla bulunan değerler)	
SE, Mcal/gün	18,60
HP, g/gün	1026,00
Ca, g/gün	40,90
P, g/gün	21,10
Lizin, g/gün	42,10
Kaba Yem, %	82,00
Rasyonun besin madde içeriği (analizle bulunan değerler)*	
HK %	10,69
HP %	10,62
HY %	3,34
aNDFom %	30,26
ADFom %	23,81
ADL %	4,68

ADFom: Külsüz asit deterjan lif, **ADL:** Asit deterjan lignin, **aNDFom:** alfa amilaz ile saptanan külsüz nötr deterjan lif, **Ca:** Kalsiyum, **HK:** Ham kül, **HP:** Ham protein, **HY:** Ham yağ, **ME:** Metabolik enerji, **P:** Fosfor, **SE:** Sindirilebilir enerji

Tablo 3.6. *In vitro* sindirim denemesinde kullanılan at rasyonuna (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında) aspir tanesi ilavesi

Yemler	Verilen yem, KM, kg/gün			
	Aspir içermeyen TMR	Aspir tanesi içeren TMR'lar		
	% 0	% 5	% 10	% 20
Aspir Tanesi	-	0,50	0,90	1,80
Buğday Samanı	3,00	3,00	3,00	3,50
Çayır kuru otu, olgun	3,00	3,00	2,70	2,00
Yonca kuru otu, çiçeklenme ortası	1,50	1,50	1,50	1,50
Arpa, ezme	0,50	-	-	-
Bitkisel Yağ	0,10	0,10	-	-
Yulaf, ezme	0,50	0,50	0,50	-
Pamuk tohumu küspesi	0,50	0,50	0,50	0,30
KM, kg/gün	9,10	9,10	9,10	9,10
SE, kcal/kg KM	2043,00	2022,00	2048,00	2088,00
HP, %	12,31	12,30	12,48	11,57

HP: Ham protein, KM: Kuru madde, SE: sindirilebilir enerji, SE=ME/0,80

Tablo 3.7. *In vitro* sindirim denemesinde kullanılan at rasyonuna (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında) aspir kuru otu ilavesi

Yemler	Verilen yem, KM, kg/gün			
	Aspir içermeyen TMR	Aspir kuru otu içeren TMR'lar		
	% 0	% 5	% 10	% 20
Aspir kuru otu	-	0,50	0,90	1,80
Buğday Samanı	3,00	3,00	2,65	2,30
Çayır kuru otu, olgun	3,00	2,50	2,50	2,50
Yonca kuru otu, çiçeklenme ortası	1,50	1,50	1,50	1,50
Arpa, ezme	0,50	0,50	0,50	-
Bitkisel Yağ	0,10	0,10	0,05	-
Yulaf, ezme	0,50	0,50	0,50	0,50
Pamuk tohumu küspesi	0,50	0,50	0,50	0,50
KM, kg/gün	9,10	9,10	9,10	9,10
SE, kcal/kg KM	2033,00	2069,00	2069,00	2012,00
HP, %	12,31	12,16	12,36	12,34

HP: Ham protein, KM: Kuru madde, SE: sindirilebilir enerji, SE=ME/0,80

Tablo 3.8. *İn vitro* sindirim denemesinde kullanılan at rasyonuna (orta işte çalışan at, 550 kg canlı ağırlığında) aspir samanı ilavesi

Yemler	Verilen yem, KM, kg/gün			
	Aspir içermeyen TMR	Aspir samanı içeren TMR'lar		
	% 0	% 5	% 10	% 20
Aspir Samanı	-	0,50	0,90	1,80
Buğday Samanı	3,00	2,50	2,30	2,20
Çayır kuru otu, olgun	3,00	3,00	2,80	2,00
Yonca kuru otu, çiçeklenme ortası	1,50	1,50	1,50	1,50
Arpa, ezme	0,50	0,50	0,50	0,50
Bitkisel Yağ	0,10	0,10	0,10	0,10
Yulaf, ezme	0,50	0,50	0,50	0,50
Pamuk tohumu küspesi	0,50	0,50	0,50	0,50
KM, kg/gün	9,10	9,10	9,10	9,10
SE, kcal/kg KM	2033,00	2065,00	2074,00	2078,00
HP, %	12,31	12,30	12,15	12,00

HP: Ham protein, **KM:** Kuru madde, **SE:** sindirilebilir enerji, SE=ME/0,80

3.2. *İn Vitro* Sindirim Teknikleri

3.2.1. Ruminantlar için *in vitro* Sindirim Tekniği

Ruminantlar için *in vitro* sindirim tekniği olarak Menke ve ark. (49) tarafından geliştirilen *in vitro* gaz üretim tekniği (Hohenheim gaz testi) kullanıldı.

3.2.1.1. Rumen sıvısı inokulumu

Rumen sıvısı yaklaşık % 80 konsantre + % 20 kaba yem kuru maddesi tüketen iki besi sığırlarından sabah yemlemesinden 2 saat sonra rumen sondası ile alındı. Rumen sıvısı yaklaşık 39±1°C'deki ağzı vidalı kapaklı cam şişe (Isolab, Almanya) içine konulup, içinde yaklaşık 39±1°C'de su bulunan kapaklı termos ile laboratuara getirildi. Rumen

sıvısı CO₂ gazı altında 4 kat tülbentten süzöldökten sonra *in vitro* gaz üretiminde kullanıldı.

Ruminantlardaki *in vitro* sindirimi belirlemek için kullanılan besi sığırı TMR'ı Tablo 3.1'de verildi. 1,4 kg günlük canlı ağırlık artışı sağlayan 12 aylık yaşta ve başlangıç canlı ağırlığı 400 kg olan besi sığırı için hazırlanmış yem maddelerini ve besin maddelerini içeren bir TMR kullanıldı (Tablo 3.1).

3.2.1.2. *İn Vitro* Gaz Üretim Tekniğı

İn vitro gaz üretim tekniğı rumende fermentasyon sonucu ortaya çıkan gaz üretimini ölçmek için geliştirilmiş bir tekniktir. Teknikte Menke ve ark. (49)'nın yöntemi doğrultusunda kullanılan 100 ml'lik cam şiringalar (Model Fortuna, Haberle Labortechnik, Almanya) içinde 200±10 mg kurutulmuş yem numunesi ile buffer + makromineral + mikromineral + indirgenme + resazurin çözeltileri karışımı (20 ml) (Tablo 3.9) ve rumen sıvısı inokulumu (10 ml) karışımı inkübe edildi. Çalışmada TMR'a ilave edilen bir oran için (%5, 10 ve 20) tekrarlı olarak *in vitro* gaz üretimi gerçekleştirildi. Üç adet şiringa da kör (yem numunesi içermeyen, sadece buffer ve çözeltiler ile rumen sıvısı içeren) olarak hesaplamalarda kullanıldı.

3.2.1.2.1. *İn vitro* gaz üretimi için kullanılan malzemeler

- Özel yapım inkübatör (39±0,5 °C'de)
- Gaz üretim şiringaları (100 ml'lik)
- CO₂ tüpü
- Yarı otomatik pipet (Isolab/Witeg, Almanya)
- Otomatik şişe üstü dispansır (100 ml kapasiteli)
- Nüçe erleni (5 L kapasiteli)
- Termostatik kontrol kabini (Lovibond, Avustralya)
- Beher (1lt, 2lt)
- Mezür (10 ml, 100 ml ve 2 lt kapasiteli)

- Kontak termometreli ısıtıcılı dijital manyetik karıştırıcı (Witeg, Almanya)
- Tülbent bezi

3.2.1.2.2. *In vitro* gaz üretimi için gerekli kimyasallar

1. Sodyum hidrojen fosfat (Na_2HPO_4)
2. Potasyum di hidrojen fosfat (KH_2PO_4)
3. Magnezyum sülfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
4. Sodyum hidrojen karbonat (NaHCO_3)
5. Amonyum hidrojen karbonat (NH_4HCO_3)
6. Kalsiyum klorür ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
7. Mangan klorür ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
8. Kobalt klorür ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
9. Demir klorür ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
10. Resazurin (% 0.1)
11. Sodyum hidroksit (1N NaOH)
12. Sodyum sülfid ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Tampon ortamı aşağıdaki oranlarda solüsyonlar ile hazırlandı:

- 474 ml dH_2O
- 0.12 ml mikro mineral solüsyonu
- 237 ml tampon solüsyonu
- 237 ml makro mineral solüsyonu
- 1.22 ml resazurin solüsyonu
- 50 ml indirgenme solüsyonu

Tablo 3.9. *In vitro* gaz üretiminde kullanılan kimyasal solüsyonların içeriği

Makro mineral solüsyonu	• 5.7 g Na_2HPO_4 • 6.2 g KH_2PO_4 • 0.6 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1000 ml'e dH_2O ile tamamlanır.
Mikro mineral solüsyonu	• 13, 3 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ • 10 $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ • 1,0 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ • 8,0 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 100 ml'e dH_2O ile tamamlanır.
Tampon solüsyonu	• 35 g NaHCO_3 • 4 g NH_4HCO_3 1000 ml'e dH_2O ile tamamlanır.
Resazurin solüsyonu	• % 0,1 resazurin
İndirgenme solüsyonu	• 285 ml $\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ • 50 ml 0.04 N NaOH

3.2.1.3. Gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS) ve gerçek organik madde sindirimi (G-OMS)'nin saptanması

Çalışmada her aspir (tanesi, kuru otu ve samanı) düzeyi için 3 şırıngadaki TMR numunesi daha önce darası kaydedilmiş külsüz filtre kağıdı içine tartılarak ağzı kapatıldı. Bu şekilde *in vitro* fermentasyonun 24 saati tamamlandığında bu filtre kağıdı ile birlikte sindirilmeyen yem kalıntısı şırıngadan alınıp Velp Dietary Fibre Analyzer (İtalya) cihazında Gooch krozesi kullanarak sırasıyla % 95'lik etanol, absolute aseton ve % 75'lik etanolden geçirildi. Bu yıkama aşamalarından sonra fitre kağıdı 105°C'de bir gece kurutuldu, tartıldı ve kaydedildi. Kurumuş filtre kağıdı+sindirilmeyen numune kalıntısı kül fırınında 550°C'de minimum 8 saat yakıldı. Süre sonunda soğutulup, tartıldı ve kaydedilip, G-KMS ve G-OMS değerleri hesaplandı (50).

In vitro gaz üretiminde ilk 24 saat 6 şırınga ile kümülatif gaz üretimleri takip edildi. 24. saatte yukarıda bahsedildiği gibi her numune için 3 şırıngada G-KMS ve G-OMS

belirlendiğinden; her numune için 3'er şırınga ile 96. saate kadar kümülatif gaz üretimleri takip edildi.

3.2.1.4. *In vitro* toplam gaz ve metan üretiminin saptanması

In vitro gaz üretimleri 3., 6., 12., 24., 48., 72. ve 96. saatlerde kaydedildi. Çalışmada 24 saatlik inkübasyon sonunda her bir şırıngada üretilen toplam gaz miktarı (ml) şırıngalar üzerinden okunarak belirlendi. Toplam gaz üretimi okunduktan sonra bu toplam gaz plastik enjektör içine alındı. Üç yollu musluk kullanılarak infrared metan ölçüm cihazına (Sensor, Europe GmbH, Erkrath, Almanya) aktarıldı. Cihazın metan ölçümü bilgisayar ekranından % değer olarak belirlendi (17, 18). *In vitro* kümülatif gaz üretimi her fenolojik dönem için 3'er şırınga ile 96. saate kadar takip edildi.

3.2.1.5. *In vitro* rumen pH düzeyinin belirlenmesi

Çalışmada *in vitro* gaz üretimi için inkübasyona bırakılan şırıngalardan 24. saatte alınan fermentasyon sıvılarından dijital pH metre (Mettler Toledo, İsviçre) ile pH düzeyleri belirlendi.

3.2.1.6. Üretilen toplam gaz değerlerinden metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE_L) değerlerinin saptanması

Çalışmada kullanılan aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanı numunelerinin rasyona ilavesinin *in vitro* olarak 24. saatte ürettikleri toplam gaz düzeyleri dikkate alınarak Menke ve ark. (51) tarafından geliştirilen eşitlikler yardımıyla ME değeri hesaplandı.

$$ME \text{ (MJ /kg KM)} = 2,20 + 0,136 \times G\ddot{U} + 0,057 \times HP$$

Blümmel ve Orskov (52)'a göre aşağıdaki formülle hesaplandı.

$$NE_L \text{ (MJ/kg KM)} = 0,115 \times G\ddot{U} + 0,0054 \times HP + 0,014 \times HY - 0,0054 \times HK - 0,36$$

$G\ddot{U}$ = 24 saatlik toplam gaz üretimi (ml/200 mg).

HP = Ham protein (g/kg KM)

HK = Ham kül (g/kg KM)

HY = Ham yağ (g/kg KM)

3.2.1.7. Ruminantlarda gaz verimi, kısa zincirli yağ asitleri, paylaşırma faktörü ve mikrobiyal ham protein üretim düzeylerinin hesaplanması

Ruminantlarda inkübasyonun 24. saatinde üretilen gaz miktarı (ml gaz/g KM)'nın G-KMS (G-KMS g/g KM) değerine bölünmesi ile gaz verimi (GY₂₄) bulundu.

$$(GY_{24}) = [(ml \text{ gaz/g KM}) / (G-KMS \text{ g/g KM})]$$

Kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (SCFA), Getachew ve ark. (53) tarafından geliştirilen formül ile hesaplandı.

$$SCFA \text{ (mmol/200 mg KM)} = 0,0222 \text{ GP} - 0,00425$$

3.2.2. Atlarda *İn Vitro* Sindirim Tekniğı

Atlarda rasyonda farklı oranlarda bulunan aspir numunelerini *in vitro* sindirilebilirliğini ve fermentasyon parametrelerini saptamak için Sweney (54) tarafından geliştirilen metot kullanıldı.

3.2.2.1. Dışkı İnokulumu

Rasyonlarında % 70 kaba yem ve % 30 konsantre yemden oluşan iki yarı kan İngiliz atından (6-7 yaşlı, 480-500 kg canlı ağırlıkta) dışkılamadan hemen sonra dışkı örnekleri alındı. Dışkı örnekleri ağzı vidalı kapaklı cam şişe (Isolab, Almanya) içine konulup, içinde yaklaşık 39±1°C'de su bulunan kapaklı termos konteyner ile laboratuvara getirildi.

3.2.2.2. Sweney *İn Vitro* Sindirim Tekniğı

Sindirim kanalındaki sindirimin tamamını esas aldığı için farklı basamaklardan oluşan bir tekniktir. Teknikte Tablo 3.3'deki TMR kullanılarak Tablo 3.4'deki çalışma planı doğrultusunda Sweney (54)'in *in vitro* sindirim tekniğı kullanıldı. Bu tekniğin aşamaları sırasıyla aşağıdaki gibi özetlendi.

I. Basamak:

Öğütülen yem numunesinden yaklaşık 0,5 g ve 12,5 ml fosfat buffer alındı. 50 ml hacimli dairesel santrifüj tüplerine konulup, karıştırıldı. Tüpteki pH 2,0'e ayarlandı.

Daha sonra 0,25 ml kloramfenikol solüsyonundan ilave edilip miks edildi. Tüplerin kapağı kapatılıp 39°C'deki inkübatörde 6 saat bekletildi.

II. Basamak:

Her bir tüpe 0,5 M NaOH'ten 2,9 ml eklendi ve pH' nın 6,8 olması beklendi. Tüplere pankreatin fosfat bufferdan 5 ml eklenip karıştırıldı. Tüplerin kapağı kapatılıp 39°C'deki inkübatörde 18 saat bekletildi. Süre sonunda santrifüj edilip supernatant atıldı.

III. Basamak:

Laboratuarda dışkı örnekleri önceden ısıtılmış (37°C) anaerobik dilüsyon çözeltisi ile 1:10 oranında dilue edildi ve laboratuvar tipi blender (Waring, ABD) ile CO₂ gazı altında karıştırıldı. Elde edilen dilue dışkı dört kat tülbent bezinden geçirilerek süzüldü. Süzüntü *in vitro* sindirim tekniğinde kullanıldı.

Bundan sonraki aşamalar tampon solüsyonu kullanılarak (Tablo 3.10) Sunvold ve ark. (50) ve Sweney (54)'e göre monogastrik hayvanlardaki *in vitro* sindirim tekniğine göre yapıldı.

3.2.2.3. Atlarda gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS) ve gerçek organik madde sindirimi (G-OMS)'nin saptanması

Çalışmada her 3 şırıngadaki numune daha önce darası kaydedilmiş külsüz filtre kağıdı içine tartılarak ağzı kapatıldı. Bu şekilde *in vitro* fermentasyonun 24 saati tamamlandığında bu filtre kağıdı ile birlikte sindirilmeyen yem kalıntısı şırıngadan alınıp Velp Dietary Fibre Analyzer (İtalya) cihazında Gooch krozesi kullanarak sırasıyla % 95'lik etanol, absolut aseton ve % 75'lik etanolden geçirildi. Bu yıkama aşamalarından sonra fitre kağıdı 105°C'de bir gece kurutuldu, tartıldı ve kaydedildi. Kurumuş filtre kağıdı+sindirilmeyen numune kalıntısı kül fırında 550°C'de minimum 8 saat yakıldı. Süre sonunda soğutulup, tartıldı ve kaydedilip, G-KMS ve G-OMS değerleri hesaplandı (50).

In vitro fermentasyonun ilk 24 saati 6 şırınga ile kümülatif gaz üretimleri takip edildi. 24. saatte yukarıda bahsedildiği gibi 3 şırıngada G-KMS ve G-OMS belirlendiğinden;

her rasyona ilave düzeyi için 3'er şırınga ile 48. saate kadar kümülatif gaz üretimleri takip edildi.

3.2.2.4. Atlarda *in vitro* toplam gaz ve metan üretiminin saptanması

In vitro gaz üretimleri 3., 6., 12., 18., 24., 36. ve 48. saatlerde kaydedildi. Çalışmada 24 saatlik inkübasyon sonunda her bir şırıngada üretilen toplam gaz miktarı (ml) şırıngalar üzerinden okunarak belirlendi. Toplam gaz üretimi okunduktan sonra bu toplam gaz plastik enjektör içine alındı, üç yollu musluk kullanılarak infrared metan ölçüm cihazına (Sensor, Europe GmbH, Erkrath, Almanya) aktarıldı. Cihazın metan ölçümü bilgisayar ekranından % değer olarak belirlendi. Bu değer ml' ye çevrildi (17,18). *In vitro* kümülatif gaz üretimi her bir ilave düzeyi için 3'er şırınga ile 48. saate kadar takip edildi.

3.2.2.5. Atlarda *in vitro* sindirim sıvısı pH düzeyinin belirlenmesi

Çalışmada *in vitro* gaz üretimi için inkübasyona bırakılan şırıngalardan 24. saatte alınan fermentasyon sıvılarından dijital pH metre (Mettler Toledo, İsviçre) ile pH düzeyleri belirlendi.

3.2.2.6. Atlarda *in vitro* üretilen toplam gaz değerlerinden metabolik enerji (ME) düzeyinin saptanması

Çalışmada kullanılan rasyonların 24. saatte üretilen toplam gaz düzeyi ve besin madde içeriği kullanılarak Menke ve ark. (51) tarafından geliştirilen eşitlikle ME değerleri hesaplandı.

$$ME \text{ (MJ /kg KM)} = 2,20 + 0,136 \times G\ddot{U} + 0,057 \times HP$$

$G\ddot{U}$ = 24 saatlik toplam gaz üretimi (ml/200 mg).

HP = Ham protein (g/kg KM)

3.2.2.7. Atlarda gaz verimi, kısa zincirli yağ asitleri, paylaşırma faktörü ve mikrobiyal ham protein üretim düzeylerinin hesaplanması

Atlarda inkübasyonun 24. saatinde üretilen gaz miktarı (ml gaz/g KM)'nın G-KMS (G-KMS g/g KM) değerine bölünmesi ile gaz verimi (GY_{24}) bulundu.

$$(GY_{24}) = [(ml \text{ gaz/g KM}) / (G\text{-KMS g/g KM})]$$

Kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (SCFA), Getachew ve ark. (53) tarafından geliştirilen formül ile hesaplandı.

$$SCFA \text{ (mmol/200 mg KM)} = 0,0222 \text{ GÜ} - 0,00425$$

Mikrobiyal ham protein üretimi (MCP) aşağıdaki formül kullanılarak saptandı (55).

$$MCP \text{ (mg/g KM)} = \text{mg G-KMS} - (\text{ml gaz} \times 2,2 \text{ mg/ml}),$$

Tablo 3.10. *In vitro* fermentasyon için kullanılacak tampon solüsyonunun kompozisyonu

Komponentler	Konsantrasyon
Solüsyon A ^a	330.0 mL/L
Solüsyon B ^b	330.0 mL/L
Trans mineral solüsyonu ^c	10.0 mL/L
Suda eriyebilir vitamin karışımı ^d	20.0 mL/L
Folat-biotin solüsyonu ^e	5.0 mL/L
Riboflavin solüsyonu ^f	5.0 mL/L
Hemin solüsyonu ^g	2.5 mL/L
Kısa zincirli yağ asidi karışımı ^h	0.4 mL/L
Resazurin ⁱ	1.0 mL/L
Distile H ₂ O	296.0 mL/L
Maya ekstraktı	0.5 g/L
Trypticase	0.5 g/L
Na ₂ CO ₃	4.0 g/L
Sistein HCl.H ₂ O	0.5 g/L

Buffer solüsyonları:

^a**Solüsyon A (g/L, distile su):** 5,4 g NaCl, 2,7 g KH₂PO₄, 0,16 g CaCl₂*H₂O, 0,12 g MgCl₂*6H₂O, 0,06 g MnCl₂*4H₂O, 0,06 g CoCl₂*6H₂O ve 5,4 g (NH₄)₂SO₄ 1000 ml distile su içinde çözdürüldü.

^b**Solüsyon B:** 2,7 g K_2HPO_4 1000 ml distile su içinde çözdürüldü.

^c**Trans mineral solüsyonu (mg/L, distile su):** 500 mg ethylenediamine tetraacetic acid (disodium salt), 200 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 10 mg $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 3 mg $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, 30 mg H_3PO_4 , 20 mg $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, 1 mg $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, 2 mg $NiCl_2 \cdot 6H_2O$, 3 mg $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ 1000 ml distile su içinde çözdürüldü.

^d**Suda eriyebilir vitamin solüsyonu (mg/L, distile su):** 100 mg thiamine HCl, 100 mg d-pantothenic acid, 100 mg niacin, 100 mg pyridoxine, 5 mg *p*-aminobenzoic acid ve 0,25 mg vitamin B_{12} 1000 ml distile su içinde çözdürüldü.

^e**Folate/Biotin solüsyonu (mg/L, distile su):** 10 mg folic acid, 2 mg d-biotin ve 100 mg NH_4HCO_3 distile su içinde çözdürüldü.

^f**Riboflavin solüsyonu:** 5 mmol/L HEPES (4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazine ethane sulfonic acid) içinde 10 mg/L riboflavin karıştırıldı.

^g**Hemin:** 10 mmol/L NaOH içinde 500 mg/L Hemin çözeltisi karıştırıldı.

^h**Kısa zincirli yağ asiti karışımı:** *n*-valerate, isovalerate, isobutyrate ve DL- α -methyl butyrate yağ asitlerinin her birinden 250 ml'şer alınıp 1000 ml'lik karışım yapıldı.

ⁱ**Resazurin:** 1 g resazurin 1000 ml distile su içinde çözdürüldü.

3.3. İstatistiksel analiz

Çalışma verilerinin istatistiksel analizi SPSS 17.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Aspir numunelerinin rasyona farklı düzeyde ilavesinin sindirim parametrelerine etkisi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile belirlendi. Rasyonlara ilave edilen aspir düzeyine göre (% 5, 10 ve 20) fermentasyon parametrelerine etkileri linear ve quadratik kontrastlarla saptandı.

Tek başına (% 100) aspir tanesi, kuru otu ve samanının at ve ruminantlarda in vitro gaz üretimlerinin karşılaştırılmasında farklılık önemli olduğunda Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi uygulandı.

İstatistiksel önemlilik olarak 0.05 altındaki ($P < 0.05$) değerler alındı.

4. BULGULAR

4.1. Aspir kuru otu, tanesi ve samanının besin madde içeriği

Çalışmada aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının sırasıyla % 12,30, % 8,10 ve % 3,74 HP; % 2,02, % 8,82 ve % 7,71 HK; % 27,42, % 2,13 ve % 1,37 HY; % 49,33, % 39,05 ve % 49,98 aNDFom; % 40,53, % 31,99 ve % 44,29 ADFom ve % 13,24, % 4,75 ve % 6,67 ADL içerdiği yapılan analizlerle saptandı (Tablo 4.1). Analizle saptanan besin madde içerikleri kullanılarak hesaplanan ruminantlar için ME değeri ise aspir tanesi için 3569 kcal/kg KM, aspir kuru otu için 2040 kcal/kg KM ve aspir samanı için 1628 kcal/kg KM idi (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan aspir tanesi, kuru otu ve samanının besin madde ve metabolik enerji düzeyi

	Aspir tanesi	Aspir kuru otu	Aspir samanı
HP	12,30	8,10	3,74
HK	2,02	8,82	7,71
HY	27,42	2,13	1,37
aNDFom	49,33	39,05	49,98
ADFom	40,53	31,99	44,29
ADL	13,24	4,75	6,67
*ME kcal/kg KM	3569,18	2040,829	1628,592

*:ME (kcal/kg KM): $3227 + 62,86 \% HY - 31,79 \% HK - 32,50 \% ADFom$ (47,48).

4.2. Aspir kuru otu, tanesi ve samanının at rasyonlarında kullanımının *in vitro* sindirim parametrelerine etkisi

Atlarda gerçekleştirilen *in vitro* gaz üretiminin 24. saatinde metan üzerine rasyonda % 20'e kadar aspir tanesi (ezme) kullanımının önemli bir etkisi olmamıştır ($P < 0,05$). *In vitro* metan üretimi 0,23-0,36 ml/g KM olarak gerçekleşmiştir. At rasyonunda % 20'e kadar aspir tanesi kullanımının *in vitro* inkübasyonun ilk 12 saatinde kümülatif toplam gaz üretimi üzerine linear olarak önemli bir etkisi olmamıştır ($P > 0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. At rasyonunda aspir tanesi (ezme) kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi

			<i>İn vitro</i> kümülatif toplam gaz üretimi (ml/g KM)							
			Metan							
			(ml/g KM)	6.	12.	18.	24.	36.	48.	
			saat	saat	saat	saat	saat	saat		
% 0 Aspir tanesi		0,29	3,94	43,37	73,94	183,11	221,39	229,29		
% 5 Aspir tanesi		0,36	6,58	53,25	87,78	184,08	222,09	231,92		
% 10 Aspir tanesi		0,27	5,27	43,49	72,16	161,45	198,10	200,08		
% 20 Aspir tanesi		0,22	5,26	41,08	66,52	158,37	172,18	174,13		
SS		0,23	1,79	5,91	9,41	13,40	21,37	24,67		
SH		0,06	0,51	1,70	2,71	3,86	6,17	7,12		
P değeri	Linear	0,642	0,380	0,136	0,029	0,002	<0,001	<0,001		
(Kontrast)	Quadratik	0,709	0,210	0,026	0,015	0,445	<0,001	<0,001		

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak metan düzeyi (ml/g KM)

SH: Ortalamaların standart hatası

SS: Ortalamaların standart sapması

İnkübasyonun 12. ve 18. saatlerinde rasyonda % 5 aspir kullanımı ile *in vitro* toplam gaz üretiminin daha yüksek olmuş ($P<0,05$), ancak aspir tanesinin at rasyonundaki düzeyi yükseldikçe *in vitro* toplam gaz düzeyi olumsuz etkilenmiştir ($P<0,05$). Yine at rasyonunda % 5 aspir tanesi kullanımı inkübasyonun 24., 36. ve 48. saatlerinde kontrol rasyonuyla (% 0 aspir tanesi) benzer düzeyde *in vitro* toplam gaz üretmesine karşın; aspir tanesinin % 10 ve 20 düzeyinde kullanımı *in vitro* toplam gaz üretimini linear olarak azaltmıştır ($P<0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.3. At rasyonunda aspir kuru otu kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi

		Metan (ml/g KM)	<i>İn vitro</i> kümülatif toplam gaz üretimi (ml/g KM)					
			6.	12.	18.	24.	36.	48.
			saat	saat	saat	saat	saat	saat
% 0 Aspir kuru otu		0,29	3,94	43,37	73,94	183,11	220,92	229,43
% 5 Aspir kuru otu		0,38	5,94	58,17	92,22	194,35	243,96	247,94
% 10 Aspir kuru otu		0,39	6,60	56,81	91,17	195,57	251,18	253,50
% 20 Aspir kuru otu		0,37	7,30	53,13	90,65	189,94	243,50	251,16
SS		0,27	1,90	6,63	8,51	7,54	13,18	7,75
SH		0,07	0,54	1,91	2,45	2,17	3,80	4,47
P değeri	Linear	0,771	0,033	0,010	0,001	0,038	0,003	<0,001
(Kontrast)	Quadratik	0,799	0,507	0,001	0,002	0,007	0,004	0,004

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak düzeyi (ml/g KM)

SS: Ortalamaların standart sapması

SH: Ortalamaların standart hatası

At rasyonunda % 5, 10 ve 20 oranında aspir kuru otunun kullanımı *in vitro* metan üretimine değiştirmemiştir ($P<0,05$). At dışkısı kullanılarak *in vitro* fermentasyona tabi tutulan rasyonlarda aspir kuru otunun *in vitro* kümülatif toplam gaz üretimine olumlu bir etkisi olduğu tüm inkübasyon süresince (6., 12., 18., 24., 36. ve 48. saat) belirlenmiştir ($P<0,05$). İnkübasyonun 24. saatinde *in vitro* toplam gaz üretimi 183-195 ml/g KM olarak gerçekleşmiş, bu düzey 48. saatte 229-253 ml/g KM' e kadar ulaşmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.4. At rasyonunda aspir samanı kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi

		Metan (ml/g KM)	İn vitro kümülatif toplam gaz üretimi (ml/g KM)					
			6.saat	12. saat	18. saat	24. saat	36. saat	48. saat
% 0 Aspir samanı		0,29	3,94	43,37	73,94	183,11	220,92	229,43
% 5 Aspir samanı		0,33	4,64	59,18	93,74	195,51	233,34	232,03
% 10 Aspir samanı		0,40	5,93	61,94	99,85	204,32	237,78	241,46
% 20 Aspir samanı		0,42	7,84	66,71	108,89	214,52	240,37	245,98
SS		0,28	1,82	9,51	13,73	13,95	14,60	14,00
SH		0,08	0,52	2,74	3,96	4,02	4,21	4,04
P değeri	Linear	0,604	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,132	0,145
(Kontrast)	Quadratik	0,976	0,379	0,014	0,030	0,427	0,572	0,909

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak düzeyi (ml/g KM)

SS: Ortalamaların standart sapması

SH: Ortalamaların standart hatası

Atlarda aspir samanının rasyona ilavesinin *in vitro* metan üretimi (ml/g KM) üzerine bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Aspir samanının at rasyonunda % 5, 10 ve 20 oranında kullanımının inkübasyonun 6., 12., 18. ve 24. saatlerinde *in vitro* kümülatif toplam gaz üretimini linear olarak artırdığı saptanmıştır ($P<0,05$). İnkübasyonun 36. ve 48. saatlerinde ise aspir samanı kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz üretimine bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.5. Atlarda aspir tanesi, kuru otu ve samanının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi

	Metan (ml/g KM)	<i>İn vitro</i> kümülatif toplam gaz üretimi (ml/g KM)					
		6. saat	12. saat	18. saat	24. saat	36. saat	48. saat
Aspir tanesi	0,00	0,00 ^c	2,00 ^c	3,00 ^c	63,43 ^b	70,82 ^c	76,56 ^c
Aspir samanı	0,35	13,20 ^a	86,52 ^a	145,62 ^a	264,17 ^a	291,87 ^b	296,43 ^b
Aspir kuru otu	0,36	5,94 ^b	57,98 ^b	112,66 ^b	272,08 ^a	325,51 ^a	343,41 ^a
SS	0,28	5,84	37,27	64,72	102,52	119,82	123,40
SH	0,09	1,94	12,42	21,57	34,17	39,94	41,13
P değeri	0,216	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak düzeyi (ml/g KM)

SH: Ortalamaların standart hatası

SS: Ortalamaların standart sapması

Çalışmada atlarda aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının tek başına *in vitro* sindirimleri karşılaştırıldığında; aspir tanesinin *in vitro* kümülatif toplam gaz üretimi ve metan üretiminin aspir kuru otu ve samanından daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). İnkübasyon sonunda en yüksek gaz üretiminin (343 ml/g KM) aspir kuru otu tarafından gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.6. At rasyonunda aspir tanesi kullanımının *in vitro* fermentasyon parametrelerine etkisi

		G-KMS	G-OMS	GY ₂₄	PF ₂₄	MCP	ME	SCFA	pH
% 0 Aspir tanesi		494,46	560,36	371,18	2,69	90,70	8,12	0,81	8,24
% 5 Aspir tanesi		480,26	527,98	383,64	2,60	75,27	8,13	0,81	8,11
% 10 Aspir tanesi		439,79	449,37	367,15	2,72	84,60	7,52	0,71	8,37
% 20 Aspir tanesi		438,12	503,83	361,56	2,78	89,70	7,43	0,69	8,55
SS		26,99	53,56	17,76	0,13	17,19	0,37	0,06	0,24
SH		7,79	15,46	5,12	0,03	4,96	0,10	0,01	0,07
P değeri	Linear	<0,001	0,037	0,365	0,330	0,899	0,001	0,001	0,056
(Kontrast)	Quadratik	0,274	0,086	0,418	0,418	0,370	0,661	0,661	0,212

G-KMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen gerçek kuru madde düzeyi (mg/g KM)

G-OMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen organik madde düzeyi (mg/g KM)

GY₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

MCP= İnkübasyonun 24.saatindeki mikrobiyal ham protein üretimi (mg/g KM)

ME = Hesaplanan metabolik enerji (MJ/kg KM)

PF₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki paylaştırma faktörü (mg G-KMS/ml gaz)

pH: İnkübasyonun 24. saatinde sindirim sıvısının pH değeri

SCFA = İnkübasyonun 24.saatinde sindirim sıvısındaki kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (mmol/g KM)

SH: Ortalamaların standart hatası

SS: Ortalamaların standart sapması

Sunulan çalışmada at rasyonlarında % 0, 5, 10 ve 20 oranında aspir tanesi kullanımının *in vitro* G-KMS, G-OMS, ME ve SCFA değerlerini linear olarak olumsuz etkilediği saptanmıştır ($P<0,05$). Buna karşın *in vitro* GY₂₄, PF₂₄, MCP ve pH değerleri üzerine at rasyonlarında % 20'e kadar aspir tanesi kullanımının etkisi olmamıştır ($P>0,05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.7. At rasyonunda aspir kuru otu kullanımının *in vitro* fermentasyon parametrelerine etkisi

		G-KMS	G-OMS	GY ₂₄	PF ₂₄	MCP	ME	SCFA	pH
% 0 Aspir kuru otu		494,46	560,36	371,18	2,69	90,70	8,12	0,81	8,24
% 5 Aspir kuru otu		457,47	512,99	425,25	2,35	29,89	8,41	0,85	8,33
% 10 Aspir kuru otu		462,41	517,88	422,91	2,36	32,15	8,44	0,86	8,02
% 20Aspir kuru otu		465,46	529,51	408,81	2,45	47,59	8,29	0,83	8,35
SS		19,36	43,83	26,29	0,16	29,34	0,15	0,02	0,34
SH		5,58	12,65	7,59	0,04	8,47	0,04	0,01	0,09
P değeri	Linear	0,056	0,483	0,026	0,016	0,020	0,057	0,057	0,992
(Kontrast)	Quadatik	0,041	0,301	0,006	0,003	0,005	0,004	0,004	0,592

G-KMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen gerçek kuru madde düzeyi (mg/g KM)

G-OMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen organik madde düzeyi (mg/g KM)

GY₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

MCP= İnkübasyonun 24.saatindeki mikrobiyal ham protein üretimi (mg/g KM)

ME = Hesaplanan metabolik enerji (MJ/kg KM)

PF₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki paylaştırma faktörü (mg G-KMS/ml gaz)

pH: İnkübasyonun 24. saatinde sindirim sıvısının pH değeri

SCFA = İnkübasyonun 24.saatinde sindirim sıvısındaki kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (mmol/g KM)

SH: Ortalamaların standart hatası

SS: Ortalamaların standart sapması

Aspir kuru otunun at rasyonlarına % 5, 10 ve 20 oranında kullanılmasının *in vitro* G-KMS, PF₂₄ ve MCP değerlerini azalttığı saptanmıştır ($P<0,05$). *In vitro* G-OMS değeri ve pH ise aspir kuru otunun at rasyonunda kullanılmasından etkilenmemiştir ($P<0,05$). *In vitro* GY₂₄, ME ve SCFA değeri aspir kuru otunun at rasyonlarına ilave edilen tüm düzeylerinde artış göstermiş olup ($P<0,05$); % 20 oranında kullanılmasıyla bu artışın biraz düştüğü görülmüştür (Tablo 4.7).

Tablo 4.8. At rasyonunda aspir samanı kullanımının *in vitro* fermentasyon parametrelerine etkisi

		G-KMS	G-OMS	GY ₂₄	PF ₂₄	MCP	ME	SCFA	pH
% 0 Aspir samanı		494,46	560,36	371,18	2,69	90,70	8,12	0,81	8,24
% 5 Aspir samanı		504,25	542,39	387,66	2,58	74,12	8,44	0,86	8,29
% 10 Aspir samanı		480,15	521,02	425,54	2,35	30,65	8,68	0,90	7,80
% 20 Aspir samanı		478,33	510,60	448,50	2,23	6,38	8,96	0,94	8,05
SS		13,51	33,13	32,06	0,19	35,31	0,33	0,05	0,35
SS		3,90	9,56	9,25	0,05	10,19	0,09	0,01	0,10
P değeri	Linear	0,014	0,065	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,276
(Kontrast)	Quadratik	0,296	0,838	0,242	0,821	0,189	0,731	0,731	0,622

G-KMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen gerçek kuru madde düzeyi (mg/g KM)

G-OMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen organik madde düzeyi (mg/g KM)

GY₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

MCP= İnkübasyonun 24.saatindeki mikrobiyal ham protein üretimi (mg/g KM)

ME = Hesaplanan metabolik enerji (MJ/kg KM)

PF₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki paylaştırma faktörü (mg G-KMS/ml gaz)

pH: İnkübasyonun 24. saatinde sindirim sıvısının pH değeri

SCFA = İnkübasyonun 24.saatinde sindirim sıvısındaki kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (mmol/g KM)

SH: Ortalamaların standart hatası

SS: Ortalamaların standart sapması

Çalışmada at rasyonlarında aspir samanı kullanımının *in vitro* G-KMS, PF₂₄ ve MCP değerlerini linear olarak azalttığı belirlenmiştir (P<0,05). *In vitro* GY₂₄, ME ve SCFA değeri ise aspir samanının at rasyonunda kullanım düzeyinin artışına bağlı olarak linear kontrastta artmıştır (P<0,001). Buna karşın *in vitro* G-OMS ve pH değerleri aspir samanının at rasyonunda % 20'e kadar kullanımından etkilenmemiştir (P>0,05) (Tablo 4.8).

Tablo 4.9. Ruminant rasyonunda aspir tanesi (ezme) kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi

	<i>İn vitro</i> metan üretimi		<i>İn vitro</i> kümülatif toplam gaz üretimi (ml/0,2 g KM)						
	%	ml/0,2 g KM	3. saat	6. saat	12. saat	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat
% 0 Aspir tanesi	15,66	9,35	16,45	32,73	47,39	59,72	70,99	72,41	73,83
% 5 Aspir tanesi	16,40	9,48	12,09	25,44	43,59	57,83	69,94	71,72	72,43
% 10 Aspir tanesi	16,96	9,10	12,03	25,31	40,90	53,65	63,21	65,68	67,46
% 20 Aspir tanesi	16,33	8,29	10,54	23,72	38,47	50,77	61,31	63,41	64,83
SS	0,56	0,51	2,32	3,65	3,64	3,71	4,51	4,60	4,75
SH	0,16	0,14	0,67	1,05	1,05	1,07	1,30	1,32	1,37
P değeri (Kontrast)	Linear	0,020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006
	Quadratik	0,009	0,004	<0,001	<0,001	0,400	0,306	0,610	0,756

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak düzeyi (ml/g KM)

SH: Ortalamaların standart hatası

SS: Ortalamaların standart sapması

4.3. Aspir kuru otu, tanesi ve samanının ruminant rasyonlarında kullanımının *in vitro* sindirim parametrelerine etkisi

Ruminant rasyonlarına % 0, 5, 10 ve 20 oranında aspir tanesi ilavesi *in vitro* gaz üretiminin 3., 6., 12., 24., 48., 72. ve 96. saatlerde *in vitro* kümülatif toplam gaz üretimini linear olarak azaltmıştır ($P<0,05$). Rasyonun birim KM'sinin ürettiği *in vitro* metan (ml/0,2 g KM); aspir tanesi kullanım oranıyla linear olarak düşüş göstermiştir ($P<0,05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.10. Ruminant rasyonunda aspir kuru otu kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi

	<i>İn vitro</i> metan üretimi		<i>İn vitro</i> kümülatif toplam gaz üretimi (ml/0,2 g KM)						
	%	ml/0,2 g KM	3. saat	6. saat	12. saat	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat
% 0 Aspir kuru otu	15,66	9,35	16,45	32,73	47,39	59,72	70,99	72,41	73,83
% 5 Aspir kuru otu	16,36	9,83	15,32	30,11	46,87	60,06	71,82	72,89	73,61
% 10 Aspir kuru otu	16,03	9,30	15,08	28,92	45,39	58,01	69,58	71,32	72,39
% 20 Aspir kuru otu	15,16	9,30	15,83	33,24	49,41	61,39	72,64	74,74	75,79
SS	0,69	0,50	0,78	1,93	1,87	1,94	2,49	2,51	3,11
SH	0,20	0,14	0,22	0,55	0,54	0,56	0,71	0,72	0,89
P değeri (Kontrast)	Linear	0,277	0,634	0,252	0,819	0,213	0,528	0,694	0,603
	Quadratik	0,056	0,454	0,390	0,201	0,017	0,167	0,476	0,373

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak düzeyi (ml/g KM)

SH: Ortalamaların Standart Hatası

SS: Ortalamaların Standart Sapması

Aspir kuru otunun ruminant rasyonunda kullanımının inkübasyonun 96. saatine kadar *in vitro* kümülatif toplam gaz üretimini etkilemediği saptanmıştır ($P<0,05$). Bunun yanında *in vitro* metan üretiminin de (% ve ml) ruminant rasyonlarında aspir kuru otu kullanımıyla değişmediği ortaya konmuştur (Tablo 4.10).

Tablo 4.11. Ruminant rasyonunda aspir samanı kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimine etkisi

		<i>İn vitro</i> metan üretimi		<i>İn vitro</i> kümülatif toplam gaz üretimi (ml/0,2 g KM)						
		%	ml/0,2 g KM	3. saat	6. saat	12. saat	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat
% 0 Aspir samanı		15,66	9,35	16,45	32,73	47,39	59,72	70,99	72,41	73,83
% 5 Aspir samanı		15,60	9,00	17,30	31,96	46,44	57,74	69,74	71,15	72,21
% 10 Aspir samanı		14,93	9,14	16,85	31,77	47,57	61,26	72,50	73,55	73,91
% 20 Aspir samanı		15,96	9,71	16,47	32,06	47,83	60,80	71,67	73,07	73,78
SS		0,82	0,52	0,55	0,85	2,07	2,16	1,88	1,98	2,53
SH		0,23	0,15	0,15	0,24	0,60	0,62	0,54	0,57	0,73
P değeri	Linear	0,391	0,391	0,774	0,377	0,699	0,208	0,343	0,430	0,840
(Kontrast)	Quadratik	0,163	0,163	0,060	0,338	0,668	0,511	0,851	0,752	0,663

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak düzeyi (ml/g KM)

SH: Ortalamaların Standart Hatası

SS: Ortalamaların Standart Sapması

Ruminant rasyonunda aspir samanının % 20'e kadar kullanımının 96 saatlik *in vitro* gaz üretim denemesi süresince üretilen kümülatif toplam gaz ve metan düzeyinin % 0 aspir içeren rasyondan linear ve quadratik olarak farklı olmadığı saptanmıştır (Tablo 4.11).

Tablo 4.12. Ruminant rasyonunda aspir tanesi, aspir kuru ve aspir samanının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimlerinin karşılaştırılması

	<i>İn vitro</i> metan üretimi		<i>İn vitro</i> kümülatif toplam gaz üretimi (ml/0,2 g KM)						
	%	ml/0,2 g KM	3. saat	6. saat	12. saat	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat
Aspir tanesi	20,06 ^a	10,96 ^b	3,86 ^b	7,18 ^c	11,74 ^c	14,20 ^b	17,35 ^b	19,10 ^b	19,46 ^b
Aspir kuru otu	16,96 ^b	15,12 ^a	9,31 ^a	22,38 ^a	39,93 ^a	47,79 ^a	54,92 ^a	58,89 ^a	59,26 ^a
Aspir samanı	17,70 ^b	15,50 ^a	8,54 ^a	18,69 ^b	34,36 ^b	46,46 ^a	57,51 ^a	58,94 ^a	60,01 ^a
SS	1,54	2,22	2,60	6,91	12,99	16,53	19,81	20,00	20,21
SH	0,51	0,74	0,86	2,30	4,33	5,51	6,60	6,66	6,73
P değeri	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Metan, ml = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki ml olarak düzeyi (ml/g KM).

SH: Ortalamaların Standart Hatası

SS: Ortalamaların Standart Sapması

Aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının tek başına (% 100) ruminantlarda *in vitro* gaz üretim değerleri karşılaştırıldığında; aspir kuru otu ve aspir samanının benzer düzeyde toplam gaz ve metan ürettiği ve aspir tanesinin bu iki kaba yemden daha düşük gaz üretimine sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0,001$). İnkübasyonun 24. saatinde aspir kuru otu ve samanı 46-47 ml/0,2g KM düzeyinde toplam gaz üretmişlerdir. (Tablo 4.12).

Tablo 4.13. Ruminant rasyonunda aspir tanesi kullanımının *in vitro* fermentasyon parametrelerine etkisi

		G-KMS	G-OMS	GY ₂₄	PF ₂₄	ME	NE _L	SCFA
% 0 Aspir tanesi		516,78	549,27	588,06	1,73	11,19	6,95	1,32
% 5 Aspir tanesi		654,20	745,24	446,17	2,26	10,94	6,73	1,27
% 10 Aspir tanesi		468,84	550,85	572,49	1,74	10,37	6,25	1,18
% 20 Aspir tanesi		526,68	577,44	488,84	2,07	9,98	5,92	1,12
SS		93,92	99,81	81,84	0,30	0,50	0,42	0,08
SH		27,11	28,81	23,62	0,08	0,14	0,12	0,02
P değeri	Linear	0,422	0,508	0,328	0,428	<0,001	<0,001	<0,001
(Kontrast)	Quadatik	0,362	0,044	0,451	0,459	0,306	<0,001	0,306

G-KMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen gerçek kuru madde düzeyi (mg/g KM)

G-OMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen organik madde düzeyi (mg/g KM)

GY₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

ME = Hesaplanan metabolik enerji (MJ/kg KM)

NE_L = Hesaplanan net enerji laktasyon (MJ/kg KM)

PF₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki paylaştırma faktörü (mg G-KMS/ml gaz)

SCFA = İnkübasyonun 24.saatinde sindirim sıvısındaki kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (mmol/g KM)

SH: Ortalamaların Standart Hatası

SS: Ortalamaların Standart Sapması

Ruminant rasyonunda % 0, 5, 10 ve 20 oranında aspir tanesi kullanımının *in vitro* G-KMS, G-OMS, GY₂₄ ve PF₂₄ değerlerini etkilemediği belirlenmiştir ($P>0,05$). Aspir tanesinin rasyonda kullanım oranının artışına bağlı olarak; rasyonun ME ve NE_L değerleri ile sindirim sıvısı SCFA konsantrasyonu linear olarak azalmıştır ($P<0,001$) (Tablo 4.13).

Tablo 4.14. Ruminant rasyonunda aspir kuru otu kullanımının *in vitro* fermentasyon parametrelerine etkisi

		G-KMS	G-OMS	GY ₂₄	PF ₂₄	ME	NE _L	SCFA
% 0 Aspir kuru otu		516,78	549,27	588,06	1,73	11,19	6,95	1,32
% 5 Aspir kuru otu		572,18	569,79	554,71	1,92	11,24	6,99	1,32
% 10 Aspir kuru otu		613,95	685,37	496,27	2,11	10,96	6,75	1,28
% 20 Aspir kuru otu		651,90	653,31	477,55	2,11	11,42	7,14	1,35
SS		119,70	126,74	117,48	0,40	0,26	0,22	0,04
SH		34,55	36,58	33,91	0,11	0,07	0,06	0,01
P değeri	Linear	0,207	0,243	0,267	0,261	0,530	0,530	0,530
(Kontrast)	Quadratik	0,908	0,738	0,923	0,715	0,168	0,168	0,168

G-KMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen gerçek kuru madde düzeyi (mg/g KM)

G-OMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen organik madde düzeyi (mg/g KM)

GY₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

ME = Hesaplanan metabolik enerji (MJ/kg KM)

NE_L = Hesaplanan net enerji laktasyon (MJ/kg KM)

PF₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki paylaştırma faktörü (mg G-KMS/ml gaz)

SCFA = İnkübasyonun 24.saatinde sindirim sıvısındaki kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (mmol/g KM)

SH: Ortalamaların Standart Hatası

SS: Ortalamaların Standart Sapması

Aspir kuru otunun ruminant rasyonlarında % 20'e kadar kullanılması durumunda *in vitro* G-KMS, G-OMS, GY₂₄, PF₂₄, ME, NE_L ve SCFA değerlerinin % 0 aspir kuru otu kullanılan rasyondan farklı olmadığı ortaya konulmuştur (P>0,05) (Tablo 4.14).

Tablo 4.15. Ruminant rasyonunda aspir samanı kullanımının *in vitro* fermentasyon parametrelerine etkisi

		G-KMS	G-OMS	GY ₂₄	PF ₂₄	ME	NE _L	SCFA
% 0 Aspir samanı		516,78	549,27	588,06	1,73	11,19	6,95	1,32
% 5 Aspir samanı		562,59	518,35	517,00	1,94	10,92	6,72	1,28
% 10 Aspir samanı		561,83	596,87	546,13	1,83	11,40	7,13	1,35
% 20 Aspir samanı		590,31	633,22	530,08	1,95	11,34	7,07	1,35
SS		73,47	109,63	75,26	0,24	0,29	0,24	0,04
SH		21,21	31,64	21,72	0,07	0,08	0,07	0,01
P değeri	Linear	0,318	0,305	0,513	0,445	0,209	0,209	0,209
(Kontrast)	Quadratik	0,856	0,631	0,577	0,760	0,512	0,512	0,512

G-KMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen gerçek kuru madde düzeyi (mg/g KM)

G-OMS = İnkübasyonun 24. saatinde sindirilen organik madde düzeyi (mg/g KM)

GY₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

ME = Hesaplanan metabolik enerji (MJ/kg KM)

NE_L = Hesaplanan net enerji laktasyon (MJ/kg KM)

PF₂₄ = İnkübasyonun 24.saatindeki paylaştırma faktörü (mg G-KMS/ml gaz)

SCFA = İnkübasyonun 24.saatinde sindirim sıvısındaki kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (mmol/g KM)

SH: Ortalamaların Standart Hatası

SS: Ortalamaların Standart Sapması

Ruminant rasyonlarında aspir samanının % 5, 10 ve 20 oranında kullanımının *in vitro* G-KMS, G-OMS, GY₂₄, PF₂₄, ME, NE_L ve SCFA değerlerini değiştirmediği saptanmıştır (P<0,05) (Tablo 4.15).



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kıraç ve kurak topraklarda yetişebilen yağlı tohum bitkisi olan aspirin son yıllarda önemi fark edilmiş ve ülkemizde ekim alanları ve birim alandan elde edilen ürün miktarı her geçen yıl artmaktadır (1, 8). Ekim alanlarının artması yağ üretimi için alternatif bir bitki olması yanında ülkemizin kurak iklime sahip topraklarında da yetiştirilebilmesidir. Kuraklığın etkisinin daha belirgin olduğu Akdeniz bölgesi ülkelerinde son 900 yılın en kurak dönemi yaşanmaktadır (9, 56). Hatta yarı kurak bölgeler kurak, kurak olan bölgeler ise çölleşmektedir (2). Bu açıdan kurak iklime sahip ülkelerde aspir hem yağ açığının karşılanması hem de hayvan beslemede kullanılabileceği için alternatif bir bitki olarak göze çarpmaktadır. Ülkemizde 2015 yılında yaklaşık 430 bin dekar aspir ekimi yapılmış ve yıllık 70 bin ton aspir tanesi (162 kg/dekar) elde edilmiştir (8). Geçmiş yıllara göre aspirin linear olarak ekim alanlarının artışı; ilerleyen yıllarda hem ekim alanı hem de birim alandan elde edilen ürün miktarının da artacağına göstergesidir.

5.1. Aspir tanesi, kuru otu ve samanının besin madde içeriği

Çalışmamızda tane formda (ezme) aspir (Dinçer varyetesi) ile hasadı sonunda elde edilen dikensiz samanı ve çiçeklenme başlangıcındaki dikensiz aspir kuru otunun besin madde içerikleri saptanmıştır.

Sunulan çalışma bulgularımızla benzer olarak, Oğuz ve ark (4) Türkiye’de yetiştirilen aspir tanesinde % 12,16 HP, % 32,76 HY, % 19,83 HS, % 32,52 ADF ve % 44,20 NDF bulunduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada da Ingale ve Shrivastava (5) Hindistan’da yetiştirilen aspir tanelerinin (*C. tinctorius* PBNS-12 ve PBNS-40) yaklaşık % 16 HP, % 25-29 HY ve % 3,5 HK içerdiğini bildirmişlerdir. Paya ve ark (57)’da (kurak iklim, İran) Ingale ve Shrivastava (5)’nın bulguları gibi aspir tanesinin HP değerini bizim bulgularımızdan yüksek ve yaklaşık % 16 olarak saptamışlardır.

Çalışma bulgularımızla benzer olarak Sahebi ve ark. (20) İran'da yetiştirilen aspir tanesinin (PI-59-239 cultivar) % 48,1 aNDFom ve %39,3 ADFom bulundurduğu belirlemişlerdir.

Stanford ve ark. (6) ise tohum bağlamış bitki başlarını içeren aspir samanının % 13,1 HP, % 13,1 HY, % 38,9 ADF ve % 50,1 NDF içerdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda hem aspir tanesi hem de aspir samanının yaklaşık % 50 aNDFom içermesi Stanford ve ark (6)'ın bulgularıyla örtüşmektedir. Başka bir çalışmada kurak iklim şartlarında (Ürdün) yetiştirilen ve çiçeklenme başlangıcında biçilen aspir yeşil otunun yaklaşık % 42 aNDFom ve % 30 ADFom içermesi çalışma bulgularımızla paralel olmasına karşın, HP (% 13,4) ve HK (% 10,8) değerleri sunulan çalışma bulgularımızdan yüksektir (19). Çalışmamızda çiçeklenme öncesi biçilen aspir yeşil otunun % 8,10 HP ve % 2,13 HY içermesi Stanford ve ark (6)'nın tam çiçeklenme dönemindeki aspir yeşil otunun analiz bulgularına yakın değerlerdedir.

Çiçeklenme öncesi biçilen aspir otu bazı çayır-mera otlarına (domuz ayrığı, geç vejetatif dönemdeki İtalyan çimi) benzer HP içeriğine sahiptir. Aspir samanı HP ve HY bakımından buğday samanına benzer değerlere sahip olmasına karşın yüksek oranda bitki hücre duvarı unsuru içeren buğday samanından (% 70-78 aNDFom ve % 50-55 ADFom) daha düşük aNDFom ve ADFom içermektedir (58).

Çalışma bulguları arasındaki farklılık kullanılan aspir varyetelere ve yetiştirilen toprak ve iklim şartlarının farklılığına bağlanabilir. Besin madde içeriği bakımından değerlendirildiğinde aspir kuru otu ve aspir samanının alternatif kaba yem kaynağı olabileceği görülmektedir. Yine aspir tanesinin de hem yüksek HY içeriği hem de iyi düzeyde HP içermesi nedeniyle rasyonlarda enerji ve protein kaynağı olabileceği görülmektedir. Ancak aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının rasyonlarda besin madde içeriği bakımından teorik olarak istenilen enerji, protein ve lif ihtiyacını karşılamasına karşın kullanıldığı rasyonun sindirilebilirliğine etkisinin ne olacağının saptanması gerekir.

5.2. At rasyonlarında aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının *in vitro* fermentasyon değerleri

Sunulan çalışmada at rasyonlarında farklı düzeyde aspir tanesi, kuru otu ve samanı kullanımının *in vitro* inkübasyonun 24. saatinde 0,22-0,40 ml/g KM düzeyinde *in vitro* metan ürettiği belirlenmiştir. Kara ve Baytok (17)'da at rasyonlarına farklı düzeyde psilyum ilavesi ile *in vitro* metan üretiminin 0,43-0,59 ml/g KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerlerden de anlaşılabileceği üzere atların sindirim kanalında ruminantlar kadar metan üretilmemektedir ve küresel ısınmaya atların katkısının ruminantlar kadar olmadığı görülmektedir.

At rasyonlarında % 5 aspir tanesi bulunmasının rasyonun 48 saatlik *in vitro* inkübasyonu süresince *in vitro* toplam gaz üretimi, ME, SCFA, G-KMS ve G-OMS üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu durum aspir tanesinin rasyonda % 5'e kadar *in vitro* sindirim parametrelerini etkilemeden kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak % 10 ve % 20 düzeyinde ezme formda kavuzlu aspir tanesinin at rasyonlarında kullanımının *in vitro* toplam gaz üretimini olumsuz etkilemesi, bu düzeylerin at rasyonunda kullanımının tavsiye edilemeyeceğini göstermektedir. Yüksek düzeyde (% 10 ve 20) aspir tanesinin at rasyonlarında kullanımının *in vitro* sindirim parametreleri (*in vitro* toplam gaz, ME, SCFA, G-KMS ve G-OMS) üzerine olumsuz etkisi aspir tanesinin kavuzlu olması ve yüksek düzeyde ADL içermesiyle ilişkilendirilebilir (51-53, 55). Yapılan çalışmalarda da *in vitro* sindirim parametrelerinin bitkinin yapısal karbonhidrat içeriği ile negatif korelasyon halinde olduğu belirtilmektedir (52, 53, 59-61).

Çalışmada aspir kuru otunun bazı kaba (çayır kuru otu ve buğday samanı) ve konsantre (arpa ve bitkisel yağ) yemler yerine at rasyonlarına % 20'e kadar kullanımının *in vitro* sindirim parametrelerini (*in vitro* toplam gaz, ME, SCFA, G-KMS, G-OMS, GY₂₄ ve ruminal pH) etkilemediği hatta olumlu etkilediği belirlenmiştir. Bunun yanında, aspir samanının çayır kuru otu ve buğday samanı yerine at rasyonlarına % 20'e kadar kullanımının ilk 24 saatlik inkübasyonda *in vitro* sindirim değerlerini (*in vitro* toplam gaz, ME, SCFA, G-KMS ve GY₂₄) olumlu etkilediği ortaya konulmuştur. Aspir kuru otu ve samanının bu etkisi içeriğindeki aNDFom, ADFom ve ADL düzeylerinin tohum bağlama döneminden sonra hasat edilen otlarda (kaba yem) bulunabilecek seviyesinden

daha düşük olmasından kaynaklanabilir (58, 60, 62). Bu sonuçlar göstermiştir ki aspir kuru otu ve samanı at rasyonunda tercih edilebilecek kaba yemlerdir.

5.3. Ruminant rasyonlarında aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının *in vitro* fermentasyon değerleri

Aspir bitkisinin ruminantlarda *in vitro* sindirimi üzerine çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Takdim edilen bu çalışmada ruminantlarda aspir tanesinin aspir kuru otu ve samanından daha düşük düzeyde *in vitro* kümülatif gaz üretmesi Sahebi ve ark (20)'ın bulgularıyla uyumludur. Bu araştırmacılar koyun rumen sıvısı ile aspir tanesinin (PI-59-239 cultivar) *in vitro* gaz üretiminin 24. saatinde 9,03 ml/0,2 g KM düzeyinde *in vitro* potansiyel gaz ürettiğini, organik madde sindiriminin % 29,02 ve ME değerinin ise 3,24 MJ/kg KM olduğunu belirlemişlerdir.

Paya ve ark. (57) mikrodalga ışınlamaya tabi tutulan aspir tanesinin ruminantlarda 24. saatteki *in vitro* gaz üretiminin 31 ml/0,2 g KM'e kadar çıktığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada aspir tanesinin ruminantlardaki *in situ* 24 saatlik inkübasyondaki KM sindiriminin % 46 olduğu ve bu değer aspir uygulanan otoklavlama işlemiyle değişmediği saptanmıştır (63).

Çiçeklenme öncesi biçilen aspir yeşil otundan elde edilen aspir kuru otunun ruminantlarda 96. saatteki *in vitro* gaz üretimi 59 ml/0,2 g KM olarak gerçekleşmiştir. Asgharzadeh ve ark. (64) ise çiçeklenme döneminde biçilen aspir yeşil otundan elde edilen kuru otun ruminantlarda 96. saatteki *in vitro* gaz üretiminin 50 ml/0,2 g KM olduğunu ve bu değer azot ve fosfor ile gübrelemeyle 57 ml'e kadar arttığını saptamışlardır. Aynı araştırmacılar aspir kuru otunun gaz üretim değerinden hesaplanan *in vitro* organik madde sindirim derecesinin % 57-68 olduğunu ve ME değerinin de 8,46 ile 10,04 MJ/kg KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Sunulan çalışmada ruminant rasyonlarına aspir tanesinin % 5 düzeyde ilavesinin *in vitro* gaz üretimi, ME, NE_L, SCFA, *in vitro* G-KMS, G-OMS, GY₂₄ ve PF₂₄ değerlerini olumsuz etkilememesi bu düzeyde ruminant rasyonlarında kullanılabileceğini göstermektedir. Bu konuda *in vivo* saha çalışmalarının yapılabileceği konusunda fikir vermektedir. Ancak % 10 ve % 20 oranında aspir tanesinin ruminant rasyonlarında

bulunması *in vitro* gaz üretimi, ME, NE_L ve SCFA değerlerini linear olarak azaltmasına karşın, *in vitro* G-KMS, G-OMS, GY₂₄ ve PF₂₄ değerlerini etkilememesi bu oranlarda kullanımının rumen fermentasyonu için önemli bir sorun oluşturmayacağını göstermektedir. Çalışmada *in vitro* gaz üretiminin azalmasıyla ruminant rasyonunun birim KM'sinin ürettiği *in vitro* metan (ml/0,2 g KM) üretimini aspir tanesi kullanım oranıyla linear olarak düşmesi beklenen bir sonuç olarak görülmektedir (18).

Aspir kuru otunun ruminant rasyonlarında % 20'e kadar kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimi ile *in vitro* G-KMS, G-OMS, GY₂₄, PF₂₄, ME, NE_L ve SCFA değerlerini olumsuz etkilememiştir. Bu sonuç besi sığırı rasyonlarına mısır silajı ve buğday samanı yerine belli oranda aspir kuru otu kullanımının önerilebileceğini göstermektedir. Aspir kuru otu, içeriğindeki HP, lif ve ME değeri nedeniyle kaliteli bir kaba yem olarak nitelendirilebilir.

Ruminantlarda *in vitro* olarak aspir samanının % 5, 10 ve 20 oranında kullanımının *in vitro* kümülatif toplam gaz ve metan üretimi ile *in vitro* G-KMS, G-OMS, GY₂₄, PF₂₄, ME, NE_L ve SCFA değerlerini değiştirmemesi buğday samanı yerine rahatlıkla aspir samanının tercih edilebileceğini göstermektedir. Ancak çalışmada tercih edilen aspir; dikensiz tür (Dinçer) olduğu için ruminantlarda *in vivo* yedirme denemelerinde olumsuzluğa neden olmayabilir. Dikenli formlarının daha çok keçilerde kullanılması önerilebilir.

Sonuç olarak;

- Çiçeklenme öncesi aspir kuru otunun orta/iyi kaliteli bir kaba yemin içerebileceği HP, aNDFom, ADFom ve ADL ile ME içeriğine sahip olduğu,
- Aspir samanının buğdaygil samanlarına eş değer HP içeriğine sahip olmasına karşın aNDFom, ADFom ve ADL değerlerinin buğdaygil samanlarından daha düşük olduğu,
- Kavuzlu aspir tanesinin yüksek HY içeriğine karşın buğdaygiller kadar HP içeriğine sahip olduğu ve aNDFom, ADFom ve ADL değerlerinin oldukça yüksek olduğu,
- Aspir tanesinin hem atlarda hem de ruminantlarda rasyonun % 5'ine kadar kullanımının *in vitro* sindirim parametrelerine olumsuz etki yapmadığı, ruminantlarda % 20' kadar kullanımının da önerilebileceği,

- Dikensiz aspir kuru otunun at ve ruminant rasyonlarında kaliteli bir kaba yem olarak % 20'e kadar bulunabileceği,
- Aspir tanesi, aspir kuru otu ve aspir samanının at ve ruminant rasyonlarına %20'e kadar ilavesinin *in vitro* metan üretimini değiştirmeyeceği,
- Dikensiz aspir türünün hasadı sırasında yan ürün olan samanın da atlarda ve ruminantlarda buğdaygil samanları yerine kullanılabileceği ve bu yem kaynaklarının *in vivo* sindirim değerleri ile performans ve ürün kalitesine etkisinin daha fazla araştırılmasının gerektiği söylenebilir.



6. KAYNAKLAR

1. Gümüş E, Küçükersan S. Ruminantların beslenmesinde aspir kullanımı. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 2016; 56: 25-31.
2. Altin TB, Barak B, Altin BN. Change in precipitation and temperature amounts over three decades in central Anatolia, Turkey. Atmospher Clim Sci 2012; 2: 107-125.
3. Gilbert J., 2008. International safflower production- an overview. 7th International Safflower Conference, Australian Oilseeds Federation, Austrailia. Erişim adresi: [http://www.australianoilseeds.com/conferences_workshops/international_safflower_conference2/about_the_conference], Erişim Tarihi: 10.12.2015.
4. Oguz MN, Oguz FK, Buyukoglu TI. Effect of different concentrations of dietary safflower seed on milk yield and some rumen and blood parameters at the end stage of lactation in dairy cows. R Bras Zootec 2014; 43: 207-211.
5. Ingale S, Shrivastava KS. Chemical and bio-chemical studies of new varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) PBNS-12 and PBNS-40 seeds. ABB Bioflux 2011; 3: 127-138.
6. Stanford K, Wallins GL, Lees BM, Mündel HH. Feeding value of immature safflower forage for dry ewes. Can J Anim Sci 2001; 81: 289-292.
7. Anonim 2014a. Aspir tarımı (Broşür), Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara. Erişim adresi: [<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM>], Erişim Tarihi: 10.12.2015
8. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi: [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001], Erişim Tarihi: 18.09.2016.

9. IPCC. 2014. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of climate change. contribution of working group iii to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
10. Kara K, Aktuğ E, Çağrı A, Güçlü BK, Baytok E. Formik asitin in vitro rumen fermentasyonu ve metan üretimine etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 2015; 3: 856-860.
11. Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. J Anim Sci 1995; 73: 2483-2492.
12. Hook SE, Wright ADG, McBride BW. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. Archaea 2010; 1-11.
13. Ellis JL, Kebreab E, Odongo NE, et al. Prediction of methane production from dairy and beef cattle. J Dairy Sci 2007; 90: 3456–3467.
14. Crutzen PJ, Aselmann I, Seiler W. Methane production by domestic animals, wild ruminants, other herbivorous fauna, and humans. Tellus 1986; 38: 271-284.
15. Rafiu OY, Noor ZZ, Abba AH, et al. Greenhouse Gas Emissions: Quantifying Methane Emissions from Livestock. Am J Eng Appl Sci 2012; 5: 1-8.
16. Ozkan CO. Effect of species on chemical composition, metabolisable energy, organic matter digestibility and methane production of oak nuts. J Appl Anim Res 2016; 44: 234-237.
17. Kara K, Baytok E. Effect of different levels of psyllium supplementation to horse diet on in vitro fermentation parameters and methane emission. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine Istanbul University 2016; (Baskıda).
18. Kara K, Güçlü BK, Baytok E. Comparison of nutrient composition and anti-methanogenic properties of different Rosaceae species. J Anim Feed Sci 2015; 24: 308-314.

19. Landaua S, Friedmana S, Brennera S., et al. The value of safflower (*Carthamus tinctorius*) hay and silage grown under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. *Livest Prod Sci* 2004; 88: 263-271.
20. Sahebi M, Kafilzadeh F, Heidary M. Composition and in vitro rate of gas production of canola and safflower seed affected by chemical treatment. *Researches of The First International Conference, Babylon and Razi Universities, İran, 2011.*
21. Cook BI, Anchukaitis KJ, Touchan R, Meko DM, Cook ER. Spatiotemporal drought variability in the Mediterranean over the last 900 years. *J Geophys Res Atmos* 2016; 121: 2060-2074.
22. FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim adresi: [<http://www.fao.org/home/en/>], Erişim Tarihi: 12.02.2014.
23. İşler N, 2010. Aspir Tarımı. Erişim adresi: [www.mku.edu.tr/getblogfile.php?keyid=1022], Erişim Tarihi: 22.02.2016.
24. GTHB, 2014. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB). Erişim adresi: [http://www.tarimtv.gov.tr/VD46_aspir-tarimi.html], Erişim Tarihi: 22.12.2015.
25. GRDC, 2010. Grain Research and Development Corporation. Raising the bar with better safflower agronomy. Erişim adresi: [http://www.australianoilseeds.com/data/assets/pdf_file/0010/6949/GDRCRaising_the_Bar_-_BetterSafflower_Agronomy.pdf], Erişim Tarihi: 08.08.2016.
26. Bäumler E, Cuniberti A, Nolasco SM, Riccobene IC. Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. *J Food Eng* 2006; 72: 134-140.
27. Yulafçı A, Pul M. Samsun ilinde kaba yem üretimini sınırlayan problemlerin belirlenmesi. *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2005; 22: 73-80.
28. Budak F. Statutes of grassland pasture and forage crops of Igdir province, the importance of animal nutrition. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2013; 6: 49-55.

29. Oelke EA, Oplinger ES, Teynor TM, et al. Safflower. Alternative Field Crop Manual, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension. Erişim adresi: [<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower.html>], Erişim Tarihi: 11.06.2014.
30. Anonim 2014b. Erişim adresi: [<http://www.aksehirtarim.gov.tr/Haber/Aspir/Aspir.htm> 2008], Erişim Tarihi: 18.12.2014.
31. Karakaş Oğuz F, Oğuz MN, şahindokuyucu F. Aspir tohumu ve sığır süt yemi katılarak silolanan mısır hasılının bazı silaj kalite özellikleri ve mikotoksin yönünden incelenmesi. Uludağ Üni Vet Fak Derg 2011; 30: 41-46.
32. An BK, Nishiyama H, Tanaka K, et al. Dietary safflower phospholipid reduces liver lipids in laying hens. Poult Sci 1997; 76: 689-695.
33. Yuk TH, Kang JH, Lee SR, et al., 2002. Inhibitory effect of *Carthamus tinctorius* L. seed extracts on bone resorption mediated by tyrosine kinase, CO_x-2 (cyclooxygenase) and PG (prostaglandin) E₂. Am J Chin Med 2002; 30: 95-108.
34. Hong HT, Kim HJ, Lee TK, et al. Inhibitory Effect of a Korean Traditional Medicine, Honghwain-Jahage (Water Extracts of *Carthamus tinctorius* L. seed and *Hominis Placenta*) on Interleukin-1-Mediated Bone Resorption. J Ethnopharma 2002; 79: 143-148.
35. Bozan B, Temelli F. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. Biores Technol 2008; 99: 6354–6359.
36. Dschaak CM, Noviandi CT, Eun JS, et al. Ruminal fermentation, milk fatty acid profiles, and productive performance of Holstein dairy cows fed 2 different safflower seeds. J Dairy Sci 2011; 94: 5138–5150.
37. Kott RW, Hatfield PG, Bergman JW, et al. Feedlot performance, carcass composition, and muscle and fat CLA concentrations of lambs fed diets supplemented with safflower seeds. Small Rum Res 2003; 49: 11–17.
38. Ingale SR, Shrivastava SK, 2011. Study of anti-nutritive factors in some new varieties of oil seeds. Int J Appl Chem 2011; 7: 111 (Abstract).

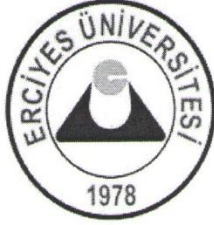
39. Alvarez-Gonzalez CA, Lopez-Gonzalez B, Gutierrez-Leyva R, Goytortua-Bores E, Civera-Cerecedo R. Use of safflower *Carthamus tinctorius* products in diets for tilapia *Oreochromis niloticus*. Effects on growth and apparent digestibility, Caribbean & Latin American Aquaculture, 6–9 November 2007, San Juan, Puerto Rico.
40. Gowda NKS, Ramana JV, Prasad CS, Khub S. Micronutrient content of certain tropical conventional and unconventional feed resources of Southern India. *Trop Anim Health Prod* 2004; 36: 77-94.
41. Göhl B, 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy. Erişim adresi: [http://www.fastonline.org/CD3WD_40/JF/414/05-222.pdf], Erişim Tarihi: 11.12.2014.
42. Landau S, Molle G, Fois N, et al. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as a novel pasture species for dairy sheep in the Mediterranean conditions of Sardinia and Israel. *Small Rum Res* 2005; 59: 239-249.
43. Stanford K, McKenzie R, Otto B, Roth B. Safflower production on the Canadian. Erişim adresi: [<http://publications.gc.ca/site/eng/333269/publication.html>], Erişim Tarihi: 15.12.2014.
44. Weinberg ZG, Bar-Tal A, Chen Y, et al. The effects of irrigation and nitrogen fertilization on the ensiling of safflower (*Carthamus tinctorius*). *Anim Feed Sci Tech* 2006; 134: 152-161.
45. A.O.A.C. Official Methods of Analysis (15th ed.,). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. 1995.
46. Van-Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991; 74: 3583-3597.
47. MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) (1984). Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants. Reference Book 433. HMSO, London.

48. Rashid MM, Huque KS, Hoque MA, et al. Effect of levels of concentrates on carcass characteristics, meat traits and by-products in crossbred brahman cattle. *Adv Anim Vet Sci* 2015; 3: 542–549.
49. Menke KH, Raab L, Salewski A., et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *J Agr Sci* 1979; 93: 217-222.
50. Sunvold GD, Hussein HS, Fahey GC, Merchen NR, Reinhart GA. In vitro fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. *J Anim Sci* 1995; 73: 3639-3648.
51. Menke HH, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Develop* 1988; 28: 7-55.
52. Blümmel M, Orskov ER. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. *Anim Feed Sci Technol* 1993; 40: 109-119.
53. Getachew G, Pittroff W, Putnama DH, Dandekar A, Goyal S, DePeters EJ. The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on in vitro rumen fermentation and microbial protein synthesis. *Anim Feed Sci Technol* 2008; 140: 444–461.
54. Sweeney CR. In vivo and in vitro digestibility of a complete pelleted feed in horses. The Faculty of California Polytechnic State University. San Luis Obispo CA. 2012; ss 117.
55. Makkar HPS. In vitro screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. In: Verco, PE, Makkar HPS, Schlink AC. (Eds.), *In Vitro Screening of Plant Resources for Extra-nutritional Attributes in Ruminants: Nuclear and Related Methodologies*. IAEA, Dordrecht, the Netherlands; 2010. pp. 107–144.

56. Cook BI, Anchukaitis KJ, Touchan R, Meko DM, Cook ER. Spatiotemporal drought variability in the Mediterranean over the last 900 years. *J Geophys Res Atmos* 2016; 121: 2060-2074.
57. Paya H, Taghizadeh A, Janmohammadi H, et al. Effects of microwave irradiation on *in vitro* ruminal fermentation and ruminal and post-ruminal disappearance of safflower seed. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 2014; 5: 349-356.
58. NRC. Nutrient Requirements of Horses. 5th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC (USA), 1989.
59. Kara K, Aktuğ E, Özkaya S. Ruminal digestibility, microbial count, volatile fatty acids and gas kinetics of alternative forage sources for arid and semi-arid areas as *in vitro*. *Ital J Anim Sci* 2016 (Accepted).
60. Kara K. Effect of dietary fibre and condensed tannins concentration from various fibrous feedstuffs on *in vitro* gas production kinetics with rabbit faecal inoculum. *J Anim Feed Sci* 2016; 25: 266–272.
61. Kara K, Güçlü BK, Aktuğ E, Baytok E. The determination of nutrient matter composition and *in vitro* digestion parameters of narrow-leaf plantain (*plantago lanceolata*) in ruminant. *Erciyes Üniversitesi Sağlık bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2015; 24: 149-155.
62. NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC (USA), 2001.
63. Razligi SN, Doust-Nobar RS, Sis NM, et al. Estimation of net energy and degradability kinetics of treated whole safflower seed by *in vitro* gas production and nylon bag methods. *Annals of Biological Research* 2011; 2: 295-300.
64. Asgharzadeh F, Nasri MHF, Behdani MA. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on nutritive value of safflower forage and silage. *Journal of Animal and Poultry Sciences* 2014; 3: 66-75.

EKLER

EK 1. ETİK KURUL KARARI



T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU
(EÜHADYEK)



Tarih: 14.01.2015

Toplantı Sayısı: 01

Karar No:15/10

Erciyes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 14.01.2015 tarihinde Prof. Dr. Harun ÜLGER'in başkanlığında toplanmıştır.

Üye Adı/Soyadı	Ünvanı	Bölümü	İmza
Harun ÜLGER	Prof. Dr.	Tıp Fak.	
Abdullah İNCİ	Prof. Dr.	Veteriner Fak.	
Özlem CANÖZ	Prof. Dr.	Tıp Fak.	
Fusun Ferda ERDOĞAN	Prof. Dr.	Tıp Fak.	
Coşkun TEZ	Prof. Dr.	Fen Fak.	
Gökçen Yuvalı ÇELİK	Prof. Dr.	Eczacılık Fak.	
Ahmet ÖZTÜRK	Doç. Dr.	Tıp Fak.	
Betül AYCAN	Doç. Dr.	Eczacılık Fak.	
Servet KESİM	Doç. Dr.	Diş Hekimliği Fak.	
Serpil SARIÖZKAN	Doç. Dr.	DEKAM	
Serap ALTUNTAŞ EROĞLU	Av.	Kurumla İlişkisi Olmayan Üye	Katılmadı
Asiye GÖKBELEN	Yardım Sevenler Der. Başk.	Sivil Toplum Kuruluşu Temsilcisi	Katılmadı

Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD.'dan, Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA tarafından sunulan "ASPIR BİTKİSİNİN AT VE RUMİNANTLARDA *İN VİTRO* SİNDİRİM PARAMETRELERİ VE METAN ÜRETİMİNİN SAPTANMASI " başlıklı proje incelenerek çalışmanın yapılmasının uygun olacağına ve Rektörlük makamına sunulmasına oybirliğiyle karar verildi.

Tarih : 14.01.2015

Etik kurul Başkanı : Prof. Dr. Harun ÜLGER

İmza

ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Alper ÇAĞRI

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 04 Haziran 1984, Antakya

Medeni Durumu: Evli

Tel: +90 386 213 11 02

E-mail: alpercagri84@gmail.com

Yazışma Adresi: İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Merkez / Kırşehir

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2010
Lise	Osman Ötken Anadolu Lisesi	2002

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Kurum	Görev
2011- Halen	İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü/Kırşehir	Veteriner Hekim