

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları  
ANABİLİM DALI**

**YERELMASI (*Helianthus Tuberosus*) KURU OTUNUN  
AT VE RUMİNANTLARDA *İN VİTRO* METAN  
ÜRETİMİNE VE BAZI FERMENTASYON  
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

**Hazırlayan  
Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE**

**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**

**YERELMASI (*Helianthus Tuberosus*) KURU OTUNUN  
AT VE RUMİNANTLARDA *İN VİTRO* METAN  
ÜRETİMİNE VE BAZI FERMENTASYON  
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE**

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

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
Tarafından TYL-2015-5844 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.

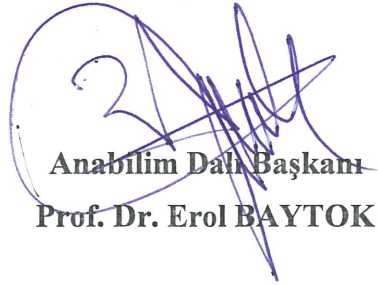


**Tezi Hazırlayan**

**Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE**

**YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI**

**“Yerelması (*Helianthus Tuberosus*) Kuru otunun At ve Ruminantlarda *İn Vitro* Metan Üretimine ve Bazı Fermentasyon Parametrelerine Etkisi”** adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

**Tezi Hazırlayan****Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE****Danışman****Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA****Anabilim Dalı Başkanı****Prof. Dr. Erol BAYTOK**

**Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA** danışmanlığında **Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE** tarafından hazırlanan “**Yerelması (*Helianthus Tuberosus*) Kuru otunun At ve Ruminantlarda *İn Vitro* Metan Üretimine ve Bazı Fermentasyon Parametrelerine 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.

05 / 10 / 2016

### JÜRİ

İmza

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA  
(Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı)



Üye : Prof. Dr. Berrin KOCAOĞLU GÜÇLÜ  
(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

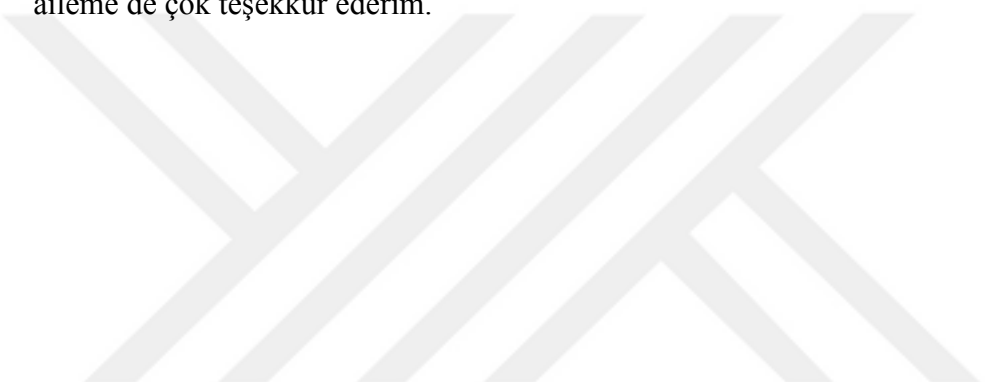
Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun .....tarih ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.... / .... / 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 aileme de çok teşekkür ederim.



**YERELMASI (*HELIANTHUS TUBEROSUS*) KURU OTUNUN AT VE  
RUMİNANTLARDA *İN VİTRO* METAN ÜRETİMİNE VE BAZI  
FERMENTASYON PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

**Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE**

**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, farklı fenolojik dönemdeki yerelması (*Helianthus Tuberosus* L.) kuru otunun besin madde kompozisyonu ile atlarda ve ruminantlarda *in vitro* fermentasyon parametrelerini belirlemektir. Çalışmada vejetasyon başlangıcı, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası olmak üzere dört farklı dönemdeki yerelması kuru otu kullanıldı. Yerelması kuru otu vejetasyon başlangıcında % 16,36 ham protein (HP) içerirken; çiçeklenmenin ilerlemesiyle HP'in % 6,59'a kadar gerilediği saptandı ( $P<0,001$ ). Ham kül (HK) içeriği vejetasyon başlangıcında % 13,64, çiçeklenme başlangıcında % 11,73, çiçeklenme döneminde % 11,16 ve çiçeklenme sonrasında ise % 8,90'dı ( $P=0,007$ ). Yerelması kuru otunun nötr deterjan lif (aNDFom) ( $P=0,019$ ) ve asit deterjan lif (ADFom) ( $P=0,005$ ) içeriği vejetasyon başlangıcından çiçeklenme sonuna kadar artış gösterdi. Bitkinin asit deterjan lignin (ADL) ve yapısal olmayan karbonhidrat (NSC) içeriği fenolojik dönemler arası farklılık göstermedi ( $P=0,574$ ). Yerelması kuru otunun çiçeklenme sonrası toplam kondanse tanen (TKT) içeriği (% 0,47) vejetasyon başlangıcındaki değerden (% 0,35) daha yüksek olarak saptandı.  $\beta$ -karoten düzeyi vejetasyon başlangıcında en yüksek (84,07 mg/kg) değerdeydi. Vejetasyon başlangıcındaki yerelması kuru otunun hem atlarda ve hem de ruminantlarda *in vitro* kümülatif toplam gaz üretimi ve *in vitro* metan (ml/g) üretimi çiçeklenme sonrası dönemdekinden daha yüksekti ( $P<0,05$ ). Her iki hayvan türünde de yerelması kuru otunun *in vitro* kümülatif gaz üretimi çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme dönemlerinde benzerdi. Yerelması kuru otunun atlarda ve ruminantlardaki *in vitro* gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS), organik madde sindirimi (OMS), metabolik enerji (ME) ve kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) ile *in vitro* fermentasyon sıvısı asetik, propiyonik, bütirik ve toplam uçucu yağ asitleri (TUYA)'nin molaritesi vejetasyonun başlangıcında en yüksek ve çiçeklenmesi sonrasında ise en

düşük değerlerdeydi ( $P<0,05$ ). Her iki hayvan türünde de yerelması kuru otunun *in vitro* inkübasyonun 24. saatindeki gaz verimi ( $GY_{24}$ ), paylaşırma faktörü ( $PF_{24}$ ) ve mikrobiyal ham protein üretimine (MCP) farklı fenolojik dönemlerin etkisi önemsizdi ( $P>0,05$ ). Sonuç olarak, yerelması kuru otun (özellikle vejetasyonun başlangıcında) hem atlarda hem de ruminantlarda iyi düzeyde sindirilebildiği ve besin madde kompozisyonu bakımından kaliteli bir kaba yem olarak kullanılabilecek potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

**Anahtar sözcükler:** At, *in vitro* gaz üretimi, ruminant, sindirim, yerelması kuru otu



**THE EFFECT OF JERUSALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS*)  
HERBAGE ON THE IN VITRO METHANE PRODUCTION AND SOME  
FERMENTATION PARAMETERS IN HORSE AND RUMINANT**

**Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE**

**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 composition and *in vitro* fermentation parameters in horse and ruminant of Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) herbage at different phenological stages. In the study was used Jerusalem artichoke herbage at four different phenological stages as the beginning of vegetation, the beginning of flowering, the full flowering and the after flowering. While it determined that Jerusalem artichoke herbage included 16.36% crude protein (CP) in the beginning of vegetation; CP content decreased up to 6.59% with the progress of flowering ( $P < 0.001$ ). Crude ash (CA) content was 13.64% at the beginning of vegetation, 11.73% at the beginning of flowering, 11.16% at the full flowering, and 8.90% at the after flowering period ( $P=0.007$ ). Neutral detergent fibre (aNDFom) ( $P=0.019$ ) and acid detergent fibre (ADFom) ( $P=0.005$ ) contents of Jerusalem artichoke herbage showed an increase to the end of flowering from the beginning of vegetation. The acid detergent lignin (ADL) and non-structural carbohydrates (NSC) contents of plant were not different among phenological stages ( $P=0.574$ ). Total condensed tannins content (TCT) (0.47%) of Jerusalem artichoke herbage at the period after flowering content was higher than that at the beginning of vegetation (0.35%).  $\beta$ -carotene content is the highest at the beginning of the vegetation (84.07 mg/kg). The *in vitro* cumulative gas production and *in vitro* methane (ml / g) of Jerusalem artichoke herbage at the beginning of vegetation in both horse and ruminant were higher than those in the after flowering period ( $P < 0.05$ ). *In vitro* cumulative gas production from the beginning of flowering and the full flowering periods of Jerusalem artichoke herbage were similar for both animal species. The *in vitro* true dry matter digestion (T-DMD), organic matter digestion (OMD), metabolisable energy (ME) and short chain fatty acids (SCFA), and the molarities of acetic, propionic, butyric and total volatile fatty acids (VFA's) into *in*

*vitro* fermentation liquid for Jerusalem artichoke herbage is the highest at the beginning of vegetation, and also were in the lowest at the after flowering in horse and ruminant ( $P < 0.05$ ). The effect of phenological stages of the gas yield ( $GY_{24}$ ), partial factor ( $PF_{24}$ ) and microbial crude protein production (MCP) at 24 hours of *in vitro* incubation for Jerusalem artichoke herbage were not significant ( $P > 0.05$ ). Consequently, Jerusalem artichoke herbage, especially at the beginning of vegetation, has the potential to be used as quality forage in terms of the nutrient composition and the good digestibility by both horses and ruminants.

**Keywords:** Digestion, horse, *in vitro* gas production, Jerusalem artichoke herbage, ruminant

## İÇİNDEKİLER

### YERELMASI (*HELIANTHUS TUBEROSUS*) KURU OTUNUN AT VE RUMİNANLARDA *İN VİTRO* METAN ÜRETİMİNE VE BAZI FERMENTASYON PARAMETRELERİNE ETKİSİ

|                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| İÇ KAPAK.....                                                           | i    |
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....                                            | ii   |
| YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI .....                                          | iii  |
| ONAY .....                                                              | iv   |
| TEŞEKKÜR .....                                                          | v    |
| ABSTRACT .....                                                          | viii |
| İÇİNDEKİLER .....                                                       | x    |
| TABLolar LİSTESİ.....                                                   | xiii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                   | xv   |
| KISALTMALAR .....                                                       | xvi  |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ .....                                                  | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                                  | 3    |
| 2.1. Yerelması Bitkisi ( <i>Helianthus Tuberosus</i> L.).....           | 3    |
| 2.1.1. Yerelması kuru otu ve hasılının hayvan beslemede kullanımı ..... | 4    |
| 2.1.2. Yerelması yumrusu ve hayvan beslemede kullanımı .....            | 7    |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                                | 10   |
| 3.1. Yerelması Kuru Otu .....                                           | 10   |
| 3.1.1. Yerelması Kuru Otunun Alınacağı Vejetasyon Dönemleri .....       | 10   |
| 3.1.2. Yem Numunelerinin Analizi.....                                   | 12   |
| 3.2. <i>İn Vitro</i> Sindirim Teknikleri.....                           | 12   |
| 3.2.1. Ruminantlar için <i>in vitro</i> Sindirim Tekniği .....          | 12   |
| 3.2.1.1. Rumen sıvısı inokulumu .....                                   | 12   |
| 3.2.1.2. <i>İn Vitro</i> Gaz Üretim Tekniği .....                       | 13   |

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.1.3. Gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS) ve gerçek organik madde sindirimi (G-OMS)'nin saptanması.....                                                    | 16 |
| 3.2.1.4. <i>İn vitro</i> toplam gaz ve metan üretiminin saptanması .....                                                                                      | 16 |
| 3.2.1.5. <i>İn vitro</i> rumen pH düzeyinin belirlenmesi .....                                                                                                | 16 |
| 3.2.1.6. Üretilen toplam gaz değerlerinden metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim derecesinin (OMS <sub>gaz</sub> ) saptanması.....                  | 17 |
| 3.2.1.7. Ruminantlarda gaz verimi, kısa zincirli yağ asitleri, paylaşırma faktörü ve mikrobiyal ham protein üretim düzeylerinin hesaplanması .....            | 17 |
| 3.2.1.8. <i>İn vitro</i> fermentasyon sıvısındaki uçucu yağ asidi [Asetik (A), Bütirik (B) ve Propiyonik (P) asit] kompozisyonunun belirlenmesi.....          | 17 |
| 3.2.2. Atlarda <i>İn Vitro</i> Sindirim Tekniği .....                                                                                                         | 18 |
| 3.2.2.1. Dışkı İnokulumu .....                                                                                                                                | 18 |
| 3.2.2.2. Sweney <i>İn Vitro</i> Sindirim Tekniği .....                                                                                                        | 19 |
| 3.2.2.3. Atlarda gerçek kuru madde sindirimi (G-KMS) ve gerçek organik madde sindirimi (G-OMS)'nin saptanması.....                                            | 20 |
| 3.2.2.4. Atlarda <i>in vitro</i> toplam gaz ve metan üretiminin saptanması .....                                                                              | 20 |
| 3.2.2.5. Atlarda <i>in vitro</i> sindirim sıvısı pH düzeyinin belirlenmesi.....                                                                               | 20 |
| 3.2.2.6. Atlarda <i>in vitro</i> üretilen toplam gaz değerlerinden metabolik enerji (ME) düzeyinin saptanması .....                                           | 21 |
| 3.2.2.7. Atlarda gaz verimi, kısa zincirli yağ asitleri, paylaşırma faktörü ve mikrobiyal ham protein üretim düzeylerinin hesaplanması .....                  | 21 |
| 3.2.2.8. Atlarda <i>in vitro</i> fermentasyon sıvısındaki uçucu yağ asidi [Asetik (A), Bütirik (B) ve Propiyonik (P) asit] kompozisyonunun belirlenmesi ..... | 21 |
| 3.3. İstatistiksel analiz .....                                                                                                                               | 24 |
| <b>4. BULGULAR</b> .....                                                                                                                                      | 25 |
| 4.1. Yerelması kuru otunun besin madde içeriği.....                                                                                                           | 25 |
| 4.2. Yerelması kuru otunun atlarda <i>in vitro</i> gaz üretim parametreleri .....                                                                             | 25 |
| 4.3. Yerelması kuru otunun atlarda <i>in vitro</i> sindirim sıvısı uçucu yağ asitleri düzeyi .....                                                            | 26 |
| 4.4. Yerelması kuru otunun ruminantlarda <i>in vitro</i> gaz üretim parametreleri.....                                                                        | 26 |

|                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5. Yerelması kuru otunun ruminantlarda <i>in vitro</i> sindirim sıvısı uçucu yağ asitleri (/organik asitler) düzeyi.....   | 27        |
| 4.6. Atlarda yerelması kuru otunun besin madde içeriği ve bazı fermentasyon parametrelerinin Pearson korelasyonu .....       | 35        |
| 4.7. Ruminantlarda yerelması kuru otunun besin madde içeriği ve bazı fermentasyon parametrelerinin Pearson korelasyonu ..... | 36        |
| <b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>                                                                                             | <b>41</b> |
| 5.1. Yerelması kuru otunun ham besin madde içeriği .....                                                                     | 41        |
| 5.2. Atlarda yerelması kuru otunun <i>in vitro</i> fermentasyon değerleri .....                                              | 43        |
| 5.3. Ruminantlarda yerelması kuru otunun <i>in vitro</i> fermentasyon değerleri.....                                         | 44        |
| <b>6. KAYNAKLAR .....</b>                                                                                                    | <b>46</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                                                                                            | <b>52</b> |
| <b>ÖZ GEÇMİŞ.....</b>                                                                                                        | <b>53</b> |

## TABLOLAR LİSTESİ

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> Farklı yerelması türlerinin gövde, yaprak ve çiçek oranları.....                                                                                                | 5  |
| <b>Tablo 2.2.</b> Yerelması yeşil otunun besin madde içeriği .....                                                                                                                | 6  |
| <b>Tablo 2.3.</b> Yerelması yumrusunun besin madde içeriği .....                                                                                                                  | 7  |
| <b>Tablo 3.1.</b> Çalışmada takip edilen yerelması kuru otu örneklerinin farklı fenolojik dönemlerdeki bazı fiziksel özellikleri .....                                            | 11 |
| <b>Tablo 3.2.</b> <i>İn vitro</i> gaz üretiminde kullanılan kimyasal solüsyonların içeriği .....                                                                                  | 15 |
| <b>Tablo 3.3.</b> Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun atlarda <i>in vitro</i> gaz üretim tekniğinin deneneceği gruplar.....                                       | 15 |
| <b>Tablo 3.4.</b> Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun atlarda <i>in vitro</i> gaz üretim tekniğinin deneneceği gruplar.....                                       | 22 |
| <b>Tablo 3.5.</b> <i>İn vitro</i> fermentasyon için kullanılacak tampon solüsyonunun kompozisyonu .....                                                                           | 23 |
| <b>Tablo 4.1.</b> Çalışmada kullanılan yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerindeki besin madde kompozisyonu (%) .....                                                   | 28 |
| <b>Tablo 4.2.</b> Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin atlarda <i>in vitro</i> kümülatif gaz üretimine etkisi (ml/0,5 g KM) .....                                  | 29 |
| <b>Tablo 4.3.</b> Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin atlarda <i>in vitro</i> gaz üretim değerlerine etkisi.....                                                  | 30 |
| <b>Tablo 4.4.</b> Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin atlarda <i>in vitro</i> sindirim sıvısı uçucu yağ asitlerine etkisi.....                                    | 31 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin ruminantlarda <i>in vitro</i> kümülatif gaz üretimine etkisi (ml/0,2 g KM) .....                            | 32 |
| <b>Tablo 4.6.</b> Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin ruminantlarda <i>in vitro</i> gaz üretim değerlerine etkisi .....                                           | 33 |
| <b>Tablo 4.7.</b> Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin ruminantlarda <i>in vitro</i> sindirim sıvısı organik asit profiline etkisi.....                            | 34 |
| <b>Tablo 4.8.</b> Atlarda farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun, <i>in vitro</i> sindirim parametreleri ve besin madde içeriğinin Pearson korelasyon değerleri..... | 39 |

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.9.</b> Ruminantlarda farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun, in vitro sindirim parametreleri ve besin madde içeriğinin Pearson korelasyon değerleri..... | 40 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



## ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 3.1.** (*In vitro*) Ruminal sindirim içeriğinde uçucu yağ asitlerin kompozisyonunun belirlendiği örnek kromatogram..... 18
- Şekil 3.2.** *In vitro* olarak atların sindirim içeriğinde uçucu yağ asitleri kompozisyonunun belirlendiği örnek kromatogram .....22



## KISALTMALAR

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

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çayır ve mera alanlarında buğdaygil ve baklagil familyaları dışında diğer familyalara ait pek çok bitki türü bulunmaktadır. Bu bitkilerin bazıları doğal olarak kaba yem özelliği taşımakta ve hayvanlar tarafından değerlendirilmektedir. Türkiye gibi sıcak iklime sahip ülkelerde yaz mevsimi ilerledikçe mera alanlarındaki bitki çeşitliliği ve bitki kalitesi azalmakta ve otlayan hayvanlar için kalitesiz ve yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle mevcut mera alanlarında kurak iklim koşullarına ve çeşitli toprak tiplerine uygun kaliteli bitki türlerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Yerelması yaygın olarak ekimi yapılmayan bir yumru bitkidir. Yerelması bitkisinin insan gıdası olarak kullanılan kısmı dışında kalan kısımları bol miktarda sap ve yaprağa sahiptir. Bu bitki kısımlarının kaba yem kaynağı olarak çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılabilme potansiyelinin araştırılması gerekmektedir. Doğal halde kendiliğinden yetiştiğinde ya da ekimi yapıldığında çok fazla su istemeyen bir bitki olan yerelması; sulanabilir arazileri kısıtlı olan ülkemizde sulanamayan tarım arazilerinin değerlendirilmesinde etkili olabilir.

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. Sera gazları arasında en önemlileri metan, karbondioksit ve nitrik oksittir. İnsana bağlı nedenlerle metan salınımındaki artışın sebeplerinden birisi de kırmızı et, süt ve yapağı üretimi için dünyada ruminant (özellikle besi ve süt sığırı) yetiştiriciliğinin artmasıdır. İnsan kaynaklı metan üretiminin % 17-37 kadarını ruminantların enterik metan üretimi oluşturmaktadır. Atlar da ruminantlardan sonra metan salınımında önemli role sahip olan çiftlik hayvanlarıdır. Ruminantlar ve atların çevreye bıraktığı metanın

eliminasyonu küresel ısınmanın önlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle son yıllarda çeşitli yem katkıları denenmiştir. Yerelması kuru otunun da bu amaçla kullanılması konunun orijinallliğini de göstermektedir. Yerelması ile atların sindirim kanalında oluşan ve koliğe neden olan metan ve karbondioksit gazlarının eliminasyonu sancı vakalarının azaltılması için de önemlidir.

Bu projede farklı fenolojik dönemdeki (vegetasyon başlangıcı, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası) yerelması (*Helianthus Tuberosus*) kuru otunun besin madde kompozisyonu ile hem atlarda hem de ruminantlarda *in vitro* fermentasyon parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca muhtemel sindirim kanalındaki metan emisyonuna etkisi de ortaya konulacaktır. Böylelikle sahada fazla kullanım alanı bulamayan bu bitki kısımlarının ruminant ve at rasyonlarında alternatif bir kaba yem kaynağı olarak kullanılabilme potansiyeli saptanacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Yerelması Bitkisi (*Helianthus Tuberosus* L.)

Papatyagiller yani *Asteraceae* familyasına ait olan yerelması (*Helianthus Tuberosus* L.) dünyanın bir çok bölgesinde ekimi yapılan, doğal olarak yetişebilen ve anavatanı Kuzey Amerika olan yumru bir bitkidir. Doğada *Helianthus tomentosus* Michx., *Helianthus tuberosus albus cockerell*, *Helianthus tuberosus purpurellus cockerell* gibi varyeteleri vardır (1). Yer elması bitkisi için toprağın pH değerinin 4,5-8,0 arasında olması ideal olup, tuzlu topraklarda da ekimi yapılabilir. Bitkinin yaprakları ve gövdeleri çok soğuk iklim şartlarına duyarlı olmasına karşın kök kısımları soğuğa ve kış şartlarına dayanıklıdır. Bu nedenle kışın toprak altında kalan yerelması yumrularından ilkbaharla birlikte tekrar yeni filizler çıkar. Yerelması bitkisi yumrularının hasatı için ekildiğinde, bitki yapraklarının kurumaya başladığı yaz mevsiminin sonu ya da sonbaharın başında (Eylül yada Ekim ayı) hasat edilebilir. Yerelması yumrusunun verimi toprağın yapısı, sulanma düzeyi ve bitki varyetesi gibi faktörlere göre değişmekle beraber; 2008 verilerine göre Kanada'da 41,4 ton/ha, Fransa'da 50-70 ton/ha yıllık verim alınmıştır (2). Ülkemizde, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre çok küçük ekim alanlarına sahip olmakla birlikte; 2011 yılında 883 ton, 2012 yılında 871 ton, 2013 yılında ise 836 ton yerelması yumrusu üretilmiştir (3). Ancak yerelması hasılı yada kuru otunun üretim düzeyi ile ilgili veriye rastlanılmamıştır.

Yerelması bitkisi çok yıllık bir bitkidir ve ekildiğinde ya da doğal olarak kendinden yetiştiğinde yaklaşık 3-4 metre boya kadar ulaşabilmektedir. Dünyada bir çok varyetesi bulunmakta olup, genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak bu varyetelerin bitki uzunluğu, yumru rengi (yeşil ya da mor-menekşe), dallanma ve gövde sayıları birbirinden farklıdır (2). Bitkinin yetiştirilme döneminde çok fazla bir bakıma ihtiyacı yoktur. Tohumlarıyla ve yumrularıyla tekrar ekimi yapılabilir.

Bitkinin yaprakları gövde üzerinde çapraz olarak ya da düzgün bir sıra halinde bulunabilir. Yaprakları mızrak ya da yumurta şeklindedir. Yaprakların kenarı tırtıklı, alt yüzeyi tüylü olup, 3-20 cm uzunluğunda ve 5-8 cm genişliğindedir. Çiçek açma döneminde bitkideki çiçek yumruları tek ya da grup halinde bulunabilir. Çiçekler 5-11 cm çapında ve sarı renktedirler. Çiçekler olgunlaşıp kuruduktan sonra oluşan kapçıklı tohumlar siyah ya da kahverengi olup, 5 mm uzunluk x 2 mm çapındadır (1). Yerelması bitkisinin yumruları çeşitli şekil ve boyuttadır. Genel olarak patatese benzer ve insanlar tarafından patatesin kullanıldığı tüm alanlarda kullanılabilir (1). Yerelması yumruları patatesin aksine nişasta formunda enerji depolamaz ve karbonhidratlar fruktoz polimerlerinden oluşan inulin formundadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün verilerine göre yerelması yumrusu kuru maddede % 60-70 kadar frukto-oligosakkarit ve yüksek molekül ağırlıklı fruktanları ihtiva etmektedir (4). İnulin içeriği nedeniyle endüstride (diabetik gıda üretimi gibi) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca biyoyakıt üretiminde de değerlendirilme imkanı vardır (1). Yumruları ve dalları sığır, koyun ve domuz beslemede kullanılabilir. Dalları ve yaprak kısmı taze ya da silajı yapılarak hayvan beslemede kullanılabilir. Toprağa yakın olan gövde kısmı sert ve tatsız olduğundan hayvanlar tarafından iştahla tüketilmemektedir (5).

#### **2.1.1. Yerelması kuru otu ve hasılının hayvan beslemede kullanımı**

Yerelması bitkisi çiçeklenme öncesi biçildiğinde besin madde içeriği ve sindirilebilirliği daha yüksek olmaktadır. Çiçeklenme sonrası lifli bileşiklerin içinde lignin oranı artmakta ve bu durum sindirilebilirliği olumsuz etkilemektedir. Yerelması bitkisinin yaprak, gövde ve çiçek kısımlarının hasat dönemine göre total yeşil ot içindeki oranı değişmektedir. Amerika'da yapılan bir çalışmada, doğal olarak yetişen ve kaba yem kalitesini arttırmak için kültürü yapılan yerelması türlerinin vejetasyon başlangıcı, tam çiçeklenme ve olgunluk döneminde gövde, yaprak ve çiçek oranları belirlenmiştir. Bu çalışma sonuçları Tablo 2.1'de gösterilmiştir. Bildirilen çalışmada yerelmasının kültürü yapıldığında yaprak oranının arttığı ve kaba yem kalitesinin olumlu etkilendiği saptanmıştır (6).

**Tablo 2.1.** Farklı yerelması türlerinin gövde, yaprak ve çiçek oranları (6).

| Yer elması<br>bitkisi     | Vejetasyon dönemi |        | Tam çiçeklenme dönemi |        |       | Olgunluk dönemi |        |       |
|---------------------------|-------------------|--------|-----------------------|--------|-------|-----------------|--------|-------|
|                           | Gövde             | Yaprak | Gövde                 | Yaprak | Çiçek | Gövde           | Yaprak | Çiçek |
| Doğal yetişen<br>türler   | % 53              | % 47   | % 58                  | % 33   | % 9   | % 70            | % 20   | % 10  |
| Kültürü<br>yapılan türler | % 47              | % 53   | % 50                  | % 42   | % 8   | % 64            | % 27   | % 9   |

Yerelması bitkisinin gövde kısmı fazla düzeyde hücre duvarı unsuru içermesine karşın yaprak kısımları iyi sayılabilecek düzeyde ham protein (HP) içermektedir. Stauffer ve ark. (7) yerelması hasılının filizlenmeye başladıktan sonraki (1-12 hafta) haftalık HP içeriklerini belirlemişlerdir. Kuru maddedeki (KM) en yüksek değerin 1. Haftada (%18), en düşük değerin 12. haftada (% 6.2) olduğunu ve vejetasyonun her haftasında HP içeriğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan, yerelması hasıllarına ve silajlarına ait HP değerlerinin sırasıyla %9.32- 11.18 ile %8.58-9.59 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Gövde ve yaprak oranına göre yer elması yeşil otu KM’de % 5-23 arasında HP içermektedir (8, 9, 10).

Karslı ve Bingöl (11) farklı dikim sıklığının (70x50 cm (Kontrol), 30x50 cm (Grup I), 50x50 cm (Grup II) ve 85x50 cm (Grup III)) yer elması hasılı ve yer elması hasıl silajı kalitesine etkisini araştırmışlardır. Silajlara ait pH düzeyleri 4,54-4,81 ve organik asitlerden laktik asit içerikleri %2,12-4,30, asetik asit içerikleri %1,97-2,32, propiyonik asit içerikleri ise %0.29-0.41 olarak bulunurken; amonyak azotu içerikleri %0,82-1,14 aralığında tespit edilmiştir. Silaj ve orijinal hasıl için KM değerleri, %29,99-33,28 ile %37,05-39,40; organik madde (OM) düzeyleri, %85,41-85,79 ile %86,74-87,88; HP değerleri, %8,58-9,59 ile %9,32-11,19; nötr deterjan lif (NDF) değerleri %35,58-42,53 ile %35,19-37,05; asit deterjan lif (ADF) değerleri %23,94-30,12 ile %23,51-25,08 aralıklarında bulunmuştur. Ayrıca yine silaj ve orijinal hasıl için *in vitro* organik madde sindirimi (OMS) sırasıyla %51,71-54,67 ile %59,15-63,13; metabolik enerji (ME) değerleri ise 1,87-2,01 ile 2,13-2,28 Mcal/kg KM olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar yerelması hasılının alternatif bir kaba yem olarak iyi kaliteli bir yeşil yem bitkisine benzer verim ve besin madde içeriğine sahip olabileceği kanısına varmışlardır. Ancak yerelması bitkisinin hangi fenolojik dönemde (bitki gelişim dönemi) daha yüksek düzeyde çözünebilir besin madde içerdiği ve fenolojik dönemin ilerlemesiyle enerji

değerinin nasıl etkileneceği konusunda kesin bir kanaat yoktur. Genel olarak yerelması hasılı silajının orijinal haline kıyasla daha düşük besin madde içeriği, OMS ve enerjiye sahip olduğu, buna dayanarak yerelması hasılının hayvanlara yeşil olarak verilmesinin daha yararlı olacağı, ancak gerektiğinde silolanarak hayvanlara yedirilebileceği sonucuna varılmıştır (11). Yerelması hasılının katkısız, % 0,5 formik asit ve % 5 melas ile silolanmasının OMS, pH, amonyak azotu, silaj asitleri ve ham besin madde düzeylerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; % 5 oranında melas katılarak silolamanın silajın in vitro OMS ve fermentasyon parametreleri üzerine olumlu etki yaptığı ve yerelması hasılının katkılı veya katkısız silolanarak hayvanlarda alternatif bir yem kaynağı olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır (12).

Yerelması yeşil otu genel olarak KM'de % 12-15 HP ve % 15 ham selüloz (HS) içeriğine sahip olup; ruminant beslemede kullanılabilecek alternatif bir kaba yem kaynağı olduğu (Tablo 2.2'ye) göre söylenebilir. Yapraklarındaki esansiyel aminoasitlerin düzeyi buğdaygil tane yemlerine yakındır. Ayrıca lizin bakımından buğdaygillerden daha iyi durumdadır (8). Yerelması yeşil otunun KM'de NDF düzeyi % 30- % 50 arasında değişmektedir (8, 11, 13).

**Tablo 2.2.** Yerelması yeşil otunun besin madde içeriği (2).

| Ham Besin Maddeleri | Birim        | Ortalama değer |
|---------------------|--------------|----------------|
| KM                  | Tüm halde, % | 32,30          |
| HP                  | KM'de, %     | 15,30          |
| HS                  | KM'de, %     | 15,10          |
| NDF                 | KM'de, %     | 40,60          |
| ADF                 | KM'de, %     | 34,50          |
| ADL                 | KM'de, %     | 11,50          |
| HY                  | KM'de, %     | 2,200          |
| HK                  | KM'de, %     | 14,40          |
| Niştasta            | KM'de, %     | 0,100          |
| <b>Mineraller</b>   |              |                |
| Kalsiyum            | g/kg, KM     | 18,80          |
| Fosfor              | g/kg, KM     | 3,300          |
| Magnezyum           | g/kg, KM     | 5,100          |
| Çinko               | mg/kg, KM    | 45,00          |
| Demir               | mg/kg, KM    | 133,0          |

**KM:** Kuru Madde, **HP:** Ham Protein, **HS:** Ham Selüloz, **NDF:** Nötür Deterjan Lif, **ADF:** Asit Deterjan Lif, **ADL:** Asit Deterjan Lignin, **HY:** Ham Yağ, **HK:** Ham Kül.

**Tablo 2.3.** Yerelması yumrusunun besin madde içeriği (2).

| Ham Besin Maddeler | Birim        | Ortalama değer |
|--------------------|--------------|----------------|
| KM                 | Tüm halde, % | 22,20          |
| HP                 | KM'de, %     | 7,400          |
| HS                 | KM'de, %     | 5,100          |
| NDF                | KM'de, %     | 9,000          |
| ADF                | KM'de, %     | 5,700          |
| ADL                | KM'de, %     | 1,100          |
| HY                 | KM'de, %     | 0,800          |
| HK                 | KM'de, %     | 5,900          |
| <b>Mineraller</b>  |              |                |
| Kalsiyum           | g/kg, KM     | 1,80           |
| Fosfor             | g/kg, KM     | 3,20           |
| Magnezyum          | g/kg, KM     | 1,80           |
| Potasyum           | mg/kg, KM    | 22,00          |

**KM:** Kuru Madde, **HP:** Ham Protein, **HS:** Ham Selüloz, **NDF:** Nötür Deterjan Lif, **ADF:** Asit Deterjan Lif, **ADL:** Asit Deterjan Lignin, **HY:** Ham Yağ, **HK:** Ham Kül.

### 2.1.2. Yerelması yumrusu ve hayvan beslemede kullanımı

Yerelması yumrularında HP ve bitki hücre duvarı unsurları (NDF, ADF, ADL) düşük, çözünebilir karbonhidratların oranı yüksektir. Yumruların HS içeriği KM'de % 4-7, NDF içeriği ise yaklaşık % 9-10 kadardır (14). Yerelması yumrusunun besin madde içerikleri Tablo 2.3'de gösterilmiştir.

Yer elmasının en önemli depo karbonhidratları KM'de % 50 oranında bulunan fruktozan (frukto oligosakkarti-FOS) (özellikle inulin) ve KM'de % 27 oranında bulunan şekerlerdir (14, 15). Başka bir ifade ile yer elması yumrularının taze (yaş) halde 160–200 g kg<sup>-1</sup> inulin ve 120–150 g kg<sup>-1</sup> FOS içerdiği bildirilmiştir (16). Yerelması yumrusundaki FOS'ler (fruktani inulin gibi) prebiyotik özellikli yem katkı maddeleridir (15, 17). İnulin düz zincirli β-(2→1) bağlarıyla bağlı fruktoz molekülleri (n~35) ile uçta sükroz molekülünden oluşan, özellikle monogastrik hayvanlar, kanatlılar ve insanlar için sağlık üzerine faydalı etkisi olan önemli bir fruktozandır. Yer elması yumrularında

bulunan FOS'ler (şeker pancarı, muz, arpa, sarımsak, soğan gibi bitkilerde de bulunur) rumen ve duodenumdaki enzimler tarafından tam olarak fermente edilmeden kalın bağırsaklardaki *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* spp gibi yararlı kolon bakterileri (probiyotik mikroorganizmalar) tarafından fermente edilip besin maddesi olarak kullanılarak bu probiyotik bakterilerin sayısında artış sağlamaktadır (15, 18, 19). Ayrıca patojen mikroorganizmaların bağırsak kanalındaki besinleri probiyotik canlılar tarafından kullanılmaktadır (15). Dolayısıyla prebiyotikler sindirim sistemindeki yararlı mikroorganizmaların (doğal probiyotiklerin) gelişimini teşvik ederek *Escherichia coli* ve *Salmonella* gibi patojenik mikroorganizmaların bağırsaklardaki kolonizasyonunu azaltırlar. Ayrıca, bu mikroorganizmalar vitamin (özellikle de B vitaminleri) sentezlerler, sindirim ve emilime yardımcı olurlar ve bağışıklık sistemini uyarırlar. Bailey (20) yaptığı çalışmada oligofruktozun tavukların bağırsağındaki *Salmonella* spp. kolonizasyonuna etkisini araştırmış ve  $\beta$ -(2-1) fruktan ilaveli yemlerle beslenmiş tavuklarda *Salmonella* spp kolonizasyonunun azaldığını bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda genç ruminantlarda prebiyotik yem katkısı olarak FOS kullanımının performans üzerine olumlu (21, 22, 23) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yine bir prebiyotik olan inulin ve onu oluşturan fruktanların ruminal azot değerlendirilebilirliği üzerine olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (18, 24, 25).

Vickers ve ark. (26) köpek dışkısı kullanarak yaptıkları *in vitro* bir çalışmada inulin ve FOS'in sindirim neticesinde ürettiği toplam organik asit, bütirik asit ve laktik asit düzeyinin şeker pancarı posası ve mannan oligosakkaritlerin sindirimiyle elde edilenden daha fazla olduğunu saptamışlardır. İnulin mide ve ince bağırsaklardaki enzimatik sindirime karşı dirençli olmasına karşın, kalın bağırsaklarda hızla fermente olur ve bağırsak sağlığı üzerine faydalı etkisi vardır (1). Bu yönüyle kedi-köpek ticari yemlerinde de bu yem katkısının sindirilebilirliğinin araştırılması gerekmektedir.

Yerelması yumrusunun HP içeriği % 5-12 arasında değişmektedir (2). Yerelması yumrusu patates yumrusu ve hindiba köklerinin iki katı esansiyel aminoasit ve dört katı fazla kükürtlü aminoasit içermektedir (27). Öztürk (25) *in vitro* olarak yaptığı çalışmada inulin katkısının (yer elması unu, 1,0 g/gün) amonyak konsantrasyonunu azaltırken; rumendeki pH, uçucu yağ asitleri üretimi ve organik madde sindirilebilirliğinde istatistiksel bir değişikliğe yol açmadığını belirlemiştir. Bu araştırmanın sonuçları

inulinin rumende azot değeriendirilebilirliğı üzerinde olumlu etkilere sahip olabileceğini göstermektedir.

Ratlarda yer elması ununun (inulin) prebiyotik etkisinin araştırıldığı bir çalışmada rat diyetlerine 0, 20, 40 ve 60 g/kg yer elması yumrusu unu ilavesinin bağırsak içeriğinin pH ve amonyak konsantrasyonunu azalttığı, laktik asit ve total uçucu yağ asitleri (TUYA) düzeyini ise arttığı bildirilmiştir (17).

Çalışmalara göre atlarda inulin ve nişasta çok hızlı fermente olan karbonhidratlardır. Farklı yaşlardaki atlar ile yapılan bir çalışmada, kuru madde sindirimi ve toplam gaz üretimi açısından; yerelması unu>şeker pancarı posası>yulaf ezmesi şeklinde sıralanmıştır (28).

Araştırmaların sonuçlarından da anlaşılacağı gibi yerelması hasılı iyi kalitede alternatif bir kaba yem kaynağı olması yanında; yer elması yumrusu unu ise rasyona ilave edilebilecek bir prebiyotiktir. Ancak yerelması bitkisinin hangi fenolojik dönemde (bitki gelişim dönemi) daha yüksek düzeyde çözünebilir besin madde içerdiği ve fenolojik dönemin ilerlemesiyle (olgunlaştıkça) enerji değeriinin nasıl etkileneceğı konusunda yapılmış kapsamlı bir çalışma yoktur.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Yerelması Kuru Otu**

##### **3.1.1. Yerelması Kuru Otunun Alınacağı Vejetasyon Dönemleri**

Çalışmada kullanılan yerelması kuru otu örnekleri Karaman ili şartlarında üretim yapan bir işletmeden temin edildi. *In vitro* sindirim denemelerinde vejetasyonun başlangıcında, çiçeklenme başlangıcında, tam çiçeklenme döneminde ve çiçeklenme sonrasında olmak üzere dört farklı dönemde biçilen yerelması yeşil otunun kurutulmasıyla elde edilen örnekler kullanıldı. Kurutulan örnekler 1 mm elek çapına sahip laboratuvar tipi değirmende (IKA-Werke, Almanya) öğütüldü.

**Tablo 3.1.** Çalışmada takip edilen yerelması kuru otu örneklerinin farklı fenolojik dönemlerdeki bazı fiziksel özellikleri

| Bitkinin fenolojik dönemi ve özelliği                                                                                                                                                                                                             | Fenolojik dönemdeki fotoğrafı                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Vejetasyonun başlangıcı</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitki boyu &lt;100 cm'di</li> <li>• Çiçek yoktu</li> <li>• Yeşil yapraklar vardı.</li> </ul>                                                                       |    |
| <p><b>Çiçeklenme başlangıcı</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomurcuklar vardı.</li> <li>• 1/10 oranında çiçeklenme vardı.</li> <li>• Yeşil yapraklar vardı.</li> <li>• Bitki boyu &gt;200 cm'di</li> </ul>                       |   |
| <p><b>Tam çiçeklenme dönemi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarı renkli çiçekler tamamen açmıştı.</li> <li>• Yapraklar yeşildi.</li> <li>• Bitki boyu &gt;200 cm'di.</li> </ul>                                                  |  |
| <p><b>Çiçeklenme sonrası</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Çiçekler kurumuştur.</li> <li>• Tohum bağlamaya başlıyordu.</li> <li>• Yapraklar sararmaya başlamıştı.</li> <li>• Toprağa yakın yapraklar tamamen kurumuştur</li> </ul> |  |

### 3.1.2. Yem Numunelerinin Analizi

Yem numunelerinin kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) düzeyi AOAC (29)'a göre saptandı. Nötr deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler (NDF), asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) düzeyleri Van Soest ve ark. (30) tarafından bildirilen metotlar doğrultusunda belirlendi. Numunelerde NDF analizi yapılırken 0,5 g sodyum sülfid (Merck) ve 200 µL ısıya dayanıklı alfa-amilaz (Megazyme, İrlanda) kullanıldı (aNDF). Bulunan aNDF, ADF ve ADL % değerleri kül kalıntısı içermekteydi (aNDFom, ADFom ve ADL).

Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otlarının β-katoren kompozisyonu Kara ve Baytok (31)'un Biehler ve ark. (32)'dan modifiye ettiği yonteme göre spektrofotometrik (UviLine 9100 SI Analytics, Almanya) olarak saptandı.

Toplam kondanse tanen içeriği Makkar ve ark (33)'nın butanol-HCl metodu ile spektrofotometrik (UviLine 9100 SI Analytics, Almanya) olarak belirlendi.

Yukarıda bahsedilen tüm besin madde analizleri en az 3 tekrarlı olarak yapıldı.

### 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 (34) 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 sığırından sabah yemlemesinden 2 saat sonra rumen sondası ile alındı. Rumen sıvısı yaklaşık 39±1°C'deki ağzı vidalı kapaklı cam şişe (Isolab, Almanya) içine koyulup; içinde yaklaşık 39±1°C'de su bulunan kapaklı termos taşıyıcı ile laboratuara getirildi. Rumen sıvısı CO<sub>2</sub> gazı altında 4 kat tülbentten süzöldükten sonra *in vitro* gaz üretiminde kullanıldı.

### 3.2.1.2. *İn Vitro* Gaz Üretim Tekniği

Rumende fermentasyon sonucu ortaya çıkan gaz üretimini ölçmek için *İn vitro* gaz üretim tekniği kullanıldı. Teknikte Menke ve ark. (34)'nın yöntemi doğrultusunda kullanılan 100 ml'lik cam şırıngalar (Model Fortuna, Haberle Labortechnik, Almanya) içinde  $200 \pm 10$  mg kurutulmuş yem numunesi ile buffer +makromineral +mikromineral +indirgenme+resazurin çözeltileri karışımı (20 ml) (Tablo 3.2) ve rumen sıvısı inokulumu (10 ml) inkübe edildi. Çalışmada her fenolojik dönem için 6 tekrarlı olarak in vitro gaz üretimi gerçekleştirildi. Üç adet şırıngada kör (yem numunesi içermeyen, sadece buffer ve çözeltiler ile rumen sıvısı içeren) olarak kullanıldı.

#### 3.2.1.2.1. *İn vitro* gaz üretimi için kullanılan malzemeler

- Özel yapım inkübatör ( $39 \pm 0,5$  °C'de)
- Gaz üretim şırıngaları (100 ml'lik)
- CO<sub>2</sub> 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)
- Kontakt termometreli ısıtıcılı dijital mantetik karıştırıcı (Witeg, Almanya)
- Tülbent bezi

#### 3.2.1.2.2. *İn vitro* gaz üretimi için gerekli kimyasallar

1. Sodyum hidrojen fosfat (Na<sub>2</sub>HO<sub>4</sub>)
2. Potasyum dihidrojen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)

3. Magnezyum sülfat ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )
4. Sodyum hidrojen karbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )
5. Amonyum hidrojen klorür ( $\text{NH}_4\text{HCl}_3$ )
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 sülfat ( $\text{Na}_2\text{S} \cdot \text{H}_2\text{O}$ )

Tampon ortamı aşağıdaki oranlarda solüsyonlar ile hazırlandı:

- 474 ml  $\text{dH}_2\text{O}$
- 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 3.2.** *İn vitro* gaz üretiminde kullanılan kimyasal solüsyonların içeriği

| Solüsyon                       | İçerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Makro mineral solüsyonu</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.7 g <math>\text{Na}_2\text{HPO}_4</math></li> <li>• 6.2 g <math>\text{KH}_2\text{PO}_4</math></li> <li>• 0.6 g <math>\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}</math></li> </ul> 1000 ml'e $\text{dH}_2\text{O}$ ile tamamlanır.                                                                                                      |
| <b>Mikro mineral solüsyonu</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 13, 3 g <math>\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>• 10 <math>\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>• 1,0 g <math>\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>• 8,0 g <math>\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}</math></li> </ul> 100 ml'e $\text{dH}_2\text{O}$ ile tamamlanır. |
| <b>Tampon solüsyonu</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 35 g <math>\text{NaHCO}_3</math></li> <li>• 4 g <math>\text{NH}_4\text{HCO}_3</math></li> </ul> 1000 ml'e $\text{dH}_2\text{O}$ ile tamamlanır.                                                                                                                                                                                       |
| <b>Resazurin solüsyonu</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• % 0,1 resazurin</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>İndirgenme solüsyonu</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 285 ml <math>\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>• 50 ml 0.04 N NaOH</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |

**Tablo 3.3.** Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* gaz üretim tekniğinin deneneceği gruplar

| Gruplar                                                    | n sayısı |
|------------------------------------------------------------|----------|
| İnokulum + buffer miks (blank)                             | 3        |
| İnokulum + buffer miks <b>Vejetasyonun başlangıcı</b> (VB) | 6        |
| İnokulum + buffer miks <b>Çiçeklenme başlangıcı</b> (ÇB)   | 6        |
| İnokulum + buffer miks <b>Tam çiçeklenme dönemi</b> (ÇD)   | 6        |
| İnokulum + buffer miks <b>Çiçeklenme sonrası</b> (ÇS)      | 6        |

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

Çalışmada her fenolojik dönem için 3 şırıngadaki yerelması kuru otu numunesi daha önce darası kaydedilmiş külsüz filtre kağıdı içine tartılarak ağzı kapatıldı. Bu şekilde *in vitro* fermentasyon 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 etanol'den geçirildi. Bu yıkama aşamalarından sonra filtre kağıdı 105°C'de bir gece kurutuldu, tartıldı ve kaydedildi. Kurumuş filtre kağıdı+sindirilmeyen yerelması kuru otu kalıntısı kül fırınında 550°C'de minimum 8 saat yakıldı. Süre sonunda soğutulup, tartıldı ve kaydedildi. Daha sonra G-KMS ve G-OMS değerleri hesaplandı.

*In vitro* gaz üretiminde ilk 24 saat 6 şırınga ile kümülatif gaz üretimleri takip edildi. 24. saatte yukarıda bahsedildiği gibi her yerelması kuru otu fenolojik dönemi için 3 şırıngada G-KMS ve G-OMS belirlendiğinden; her fenolojik dönem 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. , 18. , 24. , 36. , 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 gaz plastik enjektör içine alındı, üç yollu musluk kullanılarak infrared metan ölçüm cihazına (Sensor, Europe GmbH, Erkrath, Germany) aktarıldı. Cihazın metan ölçümü bilgisayar ekranından % değer olarak belirlendi. *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 organik madde sindirim derecesinin (OMS<sub>gaz</sub>) saptanması

Çalışmada kullanılan farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun 24. saatte üretilen toplam gaz düzeyleri Menke ve ark. (35) ve Blümmel ve ark. (36) tarafından geliştirilen eşitlikler kullanılarak ME ve OMS<sub>gaz</sub> değerleri hesaplandı.

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

$$OMSD \text{ (\% KM)} = 14,88 + 0,889 \times G\ddot{U} + 0,45 \times HP + 0,0651 \times HK$$

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

HP = Ham protein (g/kg KM)

HK= Ham kül (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.

$$(GY24) = [(ml \text{ gaz/g KM}) / (G-KMS \text{ g/g KM})]$$

Kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (SCFA), Getachew ve ark. (37) tarafından geliştirilen formül ile hesaplandı.

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

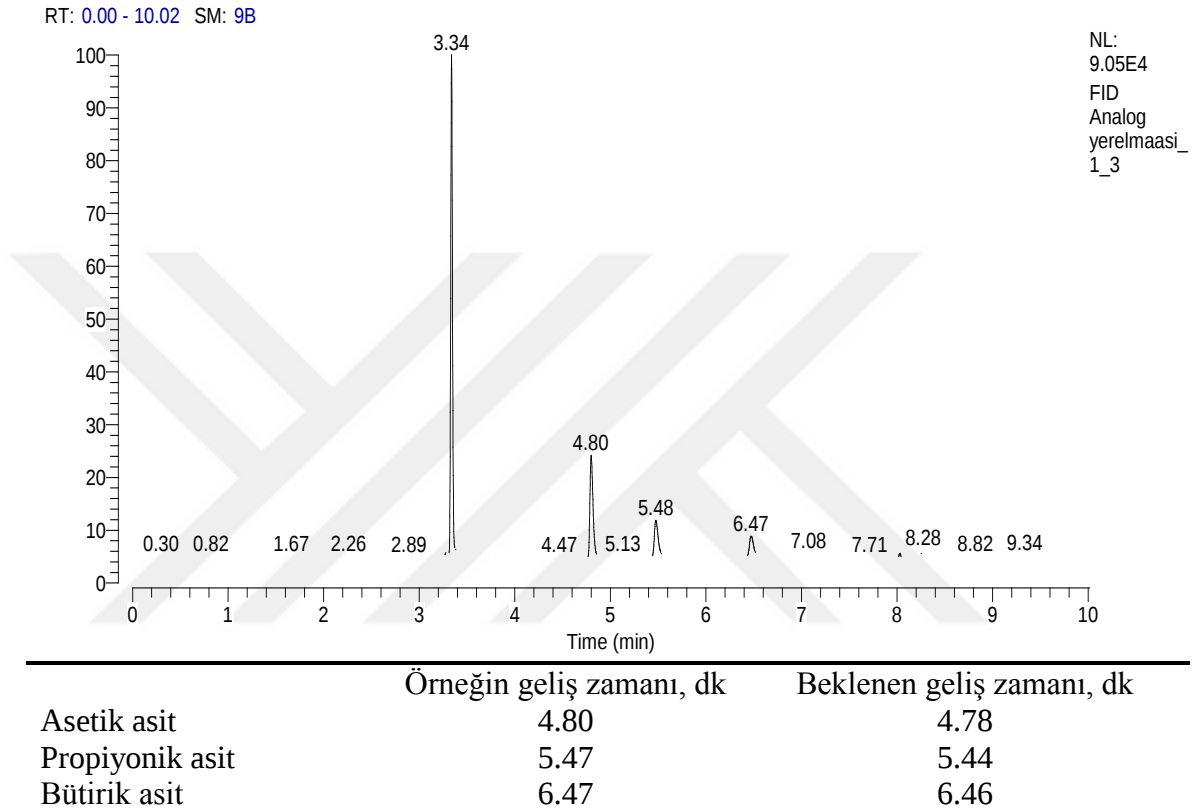
Mikrobiyal ham protein üretimi (MCP) aşağıdaki formül kullanılarak saptandı (38).

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

### 3.2.1.8. *In vitro* fermentasyon sıvısındaki uçucu yağ asidi [Asetik (A), Bütirik (B) ve Propiyonik (P) asit] kompozisyonunun belirlenmesi

Fermentasyonun 24. saatindeki sindirim sıvılarının uçucu yağ asidi kompozisyonu Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları

Anabilim Dalı Laboratuvarı'ndaki FID kolona sahip Gaz Kromatografi (GC) cihazında mmol/L olarak saptandı. Toplam uçucu yağ asiti (TUYA) kompozisyonu (mmol/L ve %), A/P ve (A+B)/P değerleri hesapla bulundu.



**Şekil 3.1.** (*In vitro*) Ruminal sindirim içeriğinde uçucu yağ asitlerin kompozisyonunun belirlendiği örnek kromatogram

### 3.2.2. Atlarda *In Vitro* Sindirim Tekniği

Atlarda farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun *in vitro* sindirilebilirliğini saptamak için Sweney (39) tarafından geliştirilen metot kullanıldı.

#### 3.2.2.1. Dışkı İnokulumu

Rasyonlarında % 70 kaba yem ve % 30 konsantre yemden oluşan iki yarım 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 koyulup, içinde yaklaşık  $39\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de su bulunan kapaklı termos taşıyıcı ile laboratuvara getirildi.

### 3.2.2.2. Sweney *In Vitro* Sindirim Tekniği

Tüm sindirim kanalındaki sindirimi esas alan bu teknik farklı basamaklardan oluşmaktadır. Teknikte Tablo 3.3'deki TMR kullanılarak Tablo 3.4'deki çalışma planı doğrultusunda Sweney (39)'in *in vitro* sindirim tekniği uygulandı. Bu tekniğin aşamaları aşağıda yer almaktadır.

#### I. Basamak:

Öğütülen yem numunesinden yaklaşık 0,5 g ve 12,5 ml fosfat buffer alınıp 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  $39^{\circ}\text{C}$ 'deki inkübatörde 6 saat bekletildi.

#### II. Basamak:

Her bir tüpe 0,5 M NaOH'ten 2,9 ml eklendi ve pH 6,8 olması beklendi. Tüplere pankreatin fosfat bufferdan 5 ml eklenip miks edildi. Tüplerin kapağı kapatılıp  $39^{\circ}\text{C}$ 'deki inkübatörde 18 saat bekletildi. Süre sonunda santrifüj edilip supernatant atıldı.

#### III. Basamak:

Laboratuarda dışkı örnekleri önceden ısıtılmış ( $37^{\circ}\text{C}$ ) anaerobik dilüsyon çözeltisi ile 1:10 oranında dilue edildi ve laboratuvar tipi blender (Waring, ABD) ile  $\text{CO}_2$  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 3.5) Sunvold ve ark. (40) ve Sweney (39)'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 dönem için 3 şırıngadaki yerelması kuru otu 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, absolut aseton ve % 75'lik etanol'den geçirildi. Bu yıkama aşamalarından sonra filtre kağıdı 105°C'de bir gece kurutuldu, tartıldı ve kaydedildi. Kurumuş filtre kağıdı+sindirilmeyen yerelması kuru otu kalıntısı kül fırınında 550°C'de minimum 8 saat yakıldı. Süre sonunda soğutulup, tartıldı ve kaydedilip, G-KMS ve G-OMS değerleri hesaplandı.

*In vitro* fermentasyonun ilk 24 saatinde 6 şırınga ile kümülatif gaz üretimleri takip edildi. 24. saatte yukarıda bahsedildiği gibi her yerelması kuru otu gelişme dönemi için 3 şırıngada G-KMS ve G-OMS belirlendiğinden; her fenolojik dönem 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. *In vitro* kümülatif gaz üretimi her fenolojik dönem 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 farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun 24. saatte üretilen toplam gaz düzeyi ve besin madde içeriği kullanılarak Menke ve ark. (35) tarafından geliştirilen eşitlikle ME değerleri hesaplandı (31).

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

$G\ddot{U}$  = 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 (GY24) bulundu.

$$(GY24) = [(ml \text{ gaz/g KM}) / (G-KMS \text{ g/g KM})]$$

Kısa zincirli yağ asitleri düzeyi (SCFA), Getachew ve ark. (37) tarafından geliştirilen formül ile hesaplandı.

$$SCFA \text{ (mmol/200 mg KM)} = 0.0222 GP - 0.00425$$

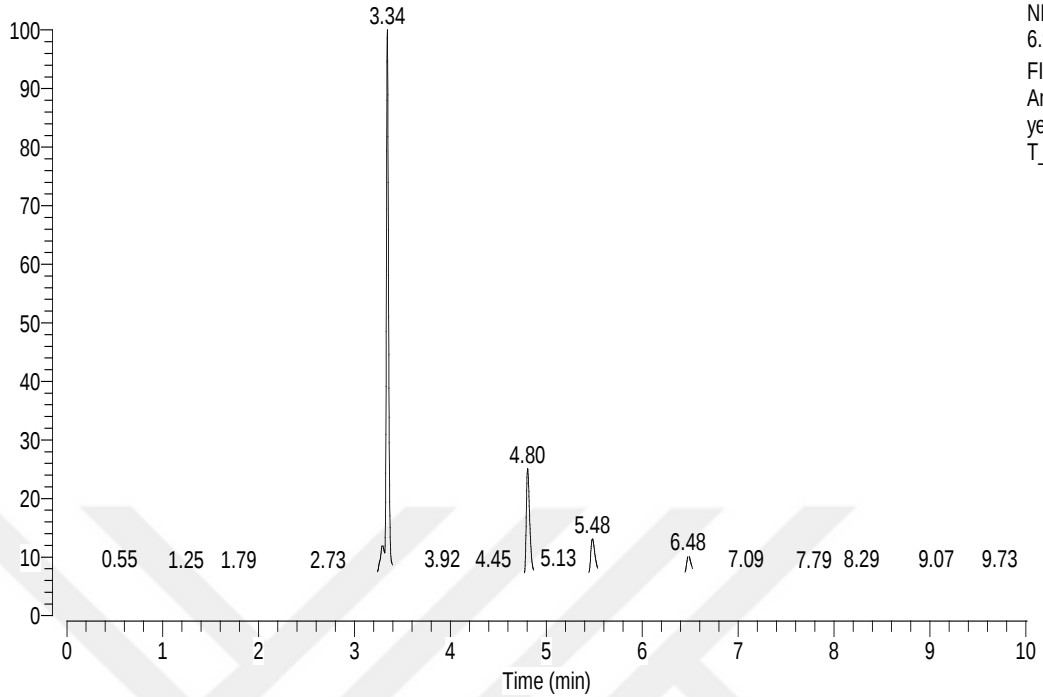
Mikrobiyal ham protein üretimi (MCP) aşağıdaki formül kullanılarak saptandı (38).

$$MCP \text{ (mg/g KM)} = mg \text{ G-KMS} - (ml \text{ gaz} \times 2.2 \text{ mg/ml}),$$

### 3.2.2.8. Atlarda *in vitro* fermentasyon sıvısındaki uçucu yağ asidi [Asetik (A), Bütirik (B) ve Propiyonik (P) asit] kompozisyonunun belirlenmesi

Atlarda *in vitro* fermentasyonun 24. saatindeki sindirim sıvılarının uçucu yağ asidi kompozisyonu Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarı'ndaki FID kolona sahip Gaz Kromatografi (GC) cihazında mmol/L olarak saptandı. Toplam uçucu yağ asidi (TUYA) kompozisyonu (mmol/L ve %), A/P ve (A+B)/P değerleri hesapla bulundu.

RT: 0.00 - 10.02 SM: 9B



NL:  
6.94E4  
FID  
Analog  
yerelmasıA  
T\_1\_2

|                 | Örneğin geliş zamanı, dk | Beklenen geliş zamanı , dk |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|
| Asetik asit     | 4.80                     | 4.78                       |
| Propiyonik asit | 5.48                     | 5.44                       |
| Bütirik asit    | 6.48                     | 6.46                       |

**Şekil 3.2.** *In vitro* olarak atların sindirim içeriğinde uçucu yağ asitleri kompozisyonunun belirlendiği örnek kromatogram

**Tablo 3.4.** Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* gaz üretim tekniğinin deneneceği gruplar

| Gruplar                                                    | n sayısı* |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| İnokulum + buffer miks (blank)                             | 3         |
| İnokulum + buffer miks <b>Vejetasyonun başlangıcı (VB)</b> | 6         |
| İnokulum + buffer miks <b>Çiçeklenme başlangıcı (ÇB)</b>   | 6         |
| İnokulum + buffer miks <b>Tam çiçeklenme dönemi (ÇD)</b>   | 6         |
| İnokulum + buffer miks <b>Çiçeklenme sonrası (ÇS)</b>      | 6         |

**Tablo 3.5.** *In vitro* fermentasyon için kullanılacak tampon solüsyonunun kompozisyonu

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

**Buffer solüsyonları:**

**<sup>a</sup>Solüsyon A (g/L, distile su):** 5,4 g NaCl, 2,7 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,16 g CaCl<sub>2</sub>\*H<sub>2</sub>O, 0,12 g MgCl<sub>2</sub>\*6H<sub>2</sub>O, 0,06 g MnCl<sub>2</sub>\*4H<sub>2</sub>O, 0,06 g CoCl<sub>2</sub>\*6H<sub>2</sub>O ve 5,4 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1000 ml distile su içinde çözündürüldü.

**<sup>b</sup>Solüsyon B:** 2,7 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1000 ml distile su içinde çözündürüldü.

**<sup>c</sup>Trans mineral solüsyonu (mg/L, distile su):** 500 mg ethylenediamine tetraacetic acid (disodium salt), 200 mg FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O, 10 mg ZnSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O, 3 mg MnCl<sub>2</sub>\*4H<sub>2</sub>O, 30 mg H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 20 mg CoCl<sub>2</sub>\*6H<sub>2</sub>O, 1 mg CuCl<sub>2</sub>\*2H<sub>2</sub>O, 2 mg NiCl<sub>2</sub>\*6H<sub>2</sub>O, 3 mg Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O 1000 ml distile su içinde çözündürüldü.

**<sup>d</sup>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<sub>12</sub> 1000 ml distile su içinde çözündürüldü.

<sup>e</sup>**Folate/Biotin solüsyonu (mg/L, distile su):** 10 mg folic acid, 2 mg d-biotin ve 100 mg  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  distile su içinde çözdürüldü.

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

<sup>g</sup>**Hemin:** 10 mmol/L NaOH içinde 500 mg/L Hemin çözeltisi karıştırıldı.

<sup>h</sup>**Kısa zincirli yağ asiti karışımı:** *n*-valerate, isovalerate, isobutyrate ve DL-alpha-methylbutyrate yağ asitlerinin her birinden 250'şer ml alınıp 1000 ml'lik karışım yapıldı.

<sup>i</sup>**Resazurin:** 1 g resazurin 1000 ml distile su içinde çözdürüldü.

### 3.3. İstatistiksel analiz

Çalışma verilerinin istatistiksel analizleri SPSS 17.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin araştırılan parametreler üzerine etkisi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile belirlendi. Önemli istatistiksel farklılıklar belirlendiğinde Çoklu Karşılaştırma Testleri'nden Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi uygulandı. İstatistiksel önemlilik olarak 0.05 altındaki ( $P < 0.05$ ) değerler alındı.

Hem atlarda hem de ruminantlarda *in vitro* fermentasyon değerleri ve besin madde içeriklerinin korelasyonları Pearson Korelasyon (*r*) ile SPSS 17.0 paket programında saptandı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Yerelması kuru otunun besin madde içeriği

Yerelması kuru otu vejetasyon başlangıcında % 16,36 düzeyinde HP içerirken; çiçeklenme ilerlemesi ile bu düzey 6,59'a kadar gerilemiştir ( $P<0,001$ ). Ham kül içeriği fenolojik dönemler arası farklılık göstermekle birlikte; vejetasyon başlangıcında % 13,64, çiçeklenme başlangıcında % 11,73, çiçeklenme döneminde % 11,16 ve çiçeklenme sonrasında % 8,9 olarak saptanmıştır ( $P=0,007$ ). Yerelması hasılının HY içeriği % 0,94 ile % 2,19 arasında değişmiştir ( $P<0,001$ ). Yerelması kuru otunun aNDFom ( $P=0,019$ ) ve ADFom ( $P=0,005$ ) içeriği vejetasyon başlangıcından çiçeklenme sonuna kadar artış göstermiş ve gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur. Bitkinin ADL ve NSC içeriği fenolojik dönemler arası farklılık göstermemiştir ( $P=0,574$ ). Yerelması kuru otunun çiçeklenme sonrası dönemdeki TKT içeriği (% 0,47) vejetasyon başlangıcındaki değerden (% 0,35) daha yüksek olarak saptanmıştır. Beta karoten düzeyi vejetasyon başlangıcında en yüksek olup (84,07 mg/kg KM) diğer fenolojik dönemlerden önemli düzeyde farklılık göstermiştir ( $P<0,001$ ) (Tablo 4.1).

### 4.2. Yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* gaz üretim parametreleri

Yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* olarak 48 saatlik inkübasyonunda; vejetasyon başlangıcında kümülatif gaz üretiminin diğer fenolojik dönemlerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Genel olarak kümülatif gaz üretiminin çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme dönemlerinde benzer olduğu görülmüştür. Çiçeklenme sonrası fenolojik döneminden 6. ( $P<0,001$ ), 12. ( $P<0,001$ ), 18. ( $P<0,001$ ), 24. ( $P<0,001$ ), 36. ( $P=0,041$ ) ve 48. ( $P=0,016$ ) saatlerdeki *in vitro* kümülatif gaz üretimi (ml/0,5 g KM) önemli düzeyde düşük olarak saptanmıştır (Tablo 4.2).

Atlarda yerelması kuru otunun *in vitro* metan üretimi % 0,16-0,23 arasında değişmiş, fakat fenolojik dönemler arası farklılık önemli bulunmamıştır ( $P=0,672$ ). Toplam

üretileen gaz içindeki metan miktarı incelendiğinde, vejetasyonun başlangıcındaki *in vitro* metan üretim değerin (ml/g KM 24.saat) diğeer dönemlerden önemli oranda yüksek olduğu ve bu değerin çiçeklenme sonrası dönemde önemli oranda düştüğü tespit edilmiştir (P=0,001) (Tablo 4.3)

Yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* G-KMS (P<0,001), OMS (P<0,001), ME (P<0,001) ve SCFA (P<0,001) vejetasyonun başlangıcında en yüksek iken çiçeklenme sonrasında en düşük değeerlerde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin *in vitro* GY<sub>24</sub> (P=0,116), PF<sub>24</sub> (P=0,090) ve MCP (P=0,428) düzeyleri arasında fark belirlenmemiştir (Tablo 4.3).

#### 4.3. Yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* sindirim sıvısı uçucu yağ asitleri düzeyi

Çalışmada yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* fermentasyon sıvısındaki asetik asit (P=0,019), propiyonik asit (P=0,019), bütirik asit (P=0,007) ve TUYA (P=0,015)'nin molaritesinin (mmol/L) vejetasyon başlangıcından vejetasyon sonuna doğru giderek azaldığı belirlenmiştir. Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otlarının at sindirim sıvısındaki TUYA içindeki % asetik ve propiyonik asit oranı ile A/P ve (A+B)/P oranları açısından farklılık saptanmamıştır (P>0,05) (Tablo 4.4).

#### 4.4. Yerelması kuru otunun ruminantlarda *in vitro* gaz üretim parametreleri

Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otlarının ruminantlarda 3. (P=0,014), 6. (P=0,003), 12. (P=0,027), 18. (P=0,022), 24. (P=0,039), 36. (P=0,032), 48. (P=0,049), 72. (P=0,027) ve 96. (P=0,015) saatlerdeki *in vitro* kümülatif gaz üretim değeerleri arasında farklılık belirlenmiştir. Vejetasyonun başlangıcındaki yerelması kuru otunun *in vitro* kümülatif gaz üretiminin özellikle çiçeklenme sonrası dönemde önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir (P<0,05) (Tablo 4.5).

Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin *in vitro* ruminal metan üretimine önemli bir etkisi olmamıştır (P=0,131). Ancak yerelması kuru otunun g KM'sinin 24. saatte ürettiği ml metan bakımından gruplar arası farklılık önemli bulunmuş ve çiçeklenme sonrası dönemdeki diğer fenolojik dönemlerdekiden daha düşük olduğu saptanmıştır (P=0,003) (Tablo 4.6).

Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin *in vitro* ruminal G-KMS ( $P=0,014$ ), OMS ( $P=0,015$ ), ME ( $P=0,001$ ), OMS-gaz ( $P=0,001$ ) ve SCFA ( $P=0,006$ ) değerleri istatistiki olarak farklılık göstermiştir. Bu *in vitro* fermentasyon parametrelerinin vejetasyonun başlangıcındaki yerelması kuru otu için en yüksek, çiçeklenme sonrasında ise en düşük değerlerde olduğu saptanmıştır ( $P<0,05$ ; Tablo 4.6). *In vitro* GY24 ( $P=0,671$ ), PF24 ( $P=0,690$ ) ve MCP ( $P=0,794$ ) değerleri farklı fenolojik dönemler arasında farklılık göstermemiştir (Tablo 4.6).

#### **4.5. Yerelması kuru otunun ruminantlarda *in vitro* sindirim sıvısı uçucu yağ asitleri (/organik asitler) düzeyi**

Ruminantlarda yerelması kuru otunun *in vitro* gaz üretim tekniğinin 24. saatinde fermentasyon sıvısındaki asetik asit ( $P<0,001$ ), propiyonik asit ( $P=0,011$ ), bütirik asit ( $P=0,042$ ) ve TUYA ( $P=0,001$ ) molaritesi (mmol/L) vejetasyonun başlangıcından çiçeklenme sonrası döneme doğru önemli düzeyde azalmıştır. Asetik asit ve TUYA molar oranı (mmol/L) vejetasyonun başlangıcında diğer dönemlerdekine göre daha yüksek olarak saptanmıştır. Propiyonik asit ve bütirik asit molaritesi (mmol/L) ise vejetasyonun başlangıcından çiçeklenme dönemine kadar benzer düzeyde olup, çiçeklenme sonrasında önemli düzeyde azalma göstermiştir (Tablo 4.7). *In vitro* ruminal sindirim sıvısında TUYA'ndeki propiyonik asit ( $P<0,001$ ) ve bütirik asit ( $P=0,041$ ) % oranları yerelması kuru otunun fenolojik dönemine bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Ruminantlarda *in vitro* fermentasyon sıvısındaki A/P ve (A+B)/P oranları yerelması bitkisinin farklı fenolojik dönemlerinden etkilenmemiştir (Tablo 4.7).

**Tablo 4.1.** Çalışmada kullanılan yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerindeki besin madde kompozisyonu (%)

| Fenolojik dönem | HP                 | HK                 | HY                | aNDFom              | ADFom               | ADL   | NSC   | TKT                | β-Karoten          |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|--------------------|--------------------|
| VB              | 16,36 <sup>a</sup> | 13,64 <sup>a</sup> | 0,94 <sup>b</sup> | 28,79 <sup>b</sup>  | 27,37 <sup>c</sup>  | 5,65  | 40,25 | 0,35 <sup>b</sup>  | 84,07 <sup>a</sup> |
| ÇB              | 7,37 <sup>b</sup>  | 11,73 <sup>b</sup> | 1,70 <sup>a</sup> | 39,03 <sup>ab</sup> | 31,70 <sup>bc</sup> | 6,78  | 40,15 | 0,37 <sup>ab</sup> | 34,64 <sup>b</sup> |
| ÇD              | 7,14 <sup>b</sup>  | 11,16 <sup>b</sup> | 1,77 <sup>a</sup> | 40,63 <sup>a</sup>  | 33,36 <sup>ab</sup> | 7,39  | 39,28 | 0,42 <sup>ab</sup> | 33,04 <sup>b</sup> |
| ÇS              | 6,59 <sup>b</sup>  | 8,90 <sup>c</sup>  | 2,19 <sup>a</sup> | 44,74 <sup>a</sup>  | 36,69 <sup>a</sup>  | 8,82  | 37,56 | 0,47 <sup>a</sup>  | 22,29 <sup>c</sup> |
| SS              | 4,33               | 2, 19              | 0,49              | 6,62                | 3,67                | 2,03  | 2,35  | 0,06               | 25,55              |
| SH              | 1,53               | 0,77               | 0,17              | 2,34                | 1,30                | 0,71  | 0,83  | 0,01               | 9,03               |
| <i>P değeri</i> | <0,001             | 0,007              | <0,001            | 0,019               | 0,005               | 0,574 | 0,827 | 0,037              | <0,001             |

**VB:** Vejetasyon başlangıcı, **ÇB:** Çiçeklenme başlangıcı, **ÇD:** Çiçeklenme dönemi, **ÇS:** Çiçeklenme sonu.  
**NSC:** (non-structural carbohydrates: yapısal olmayan karbonhidratlar (100–HK–HY–HP–aNDFom) (42).  
**SS:** Ortalamaların standart sapması. SH: Ortalamaların standart hatası.

**Tablo 4.2.** Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin atlarda *in vitro* kümülatif gaz üretimine etkisi (ml/0,5 g KM)

| Fenolojik dönem | <i>İn vitro</i> kümülatif gaz üretimi |                    |                    |                     |                    |                      |                      |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                 | 3. saat                               | 6. saat            | 12. saat           | 18. saat            | 24. saat           | 36. saat             | 48. saat             |
| VB              | 1,07                                  | 16,91 <sup>a</sup> | 58,31 <sup>a</sup> | 67,98 <sup>a</sup>  | 86,68 <sup>a</sup> | 105,39 <sup>a</sup>  | 114,74 <sup>a</sup>  |
| ÇB              | 2,15                                  | 10,79 <sup>b</sup> | 55,03 <sup>a</sup> | 62,63 <sup>ab</sup> | 72,35 <sup>b</sup> | 101,14 <sup>ab</sup> | 102,22 <sup>ab</sup> |
| ÇD              | 2,50                                  | 9,29 <sup>bc</sup> | 51,82 <sup>a</sup> | 58,25 <sup>b</sup>  | 69,69 <sup>b</sup> | 97,57 <sup>b</sup>   | 100,71 <sup>b</sup>  |
| ÇS              | 1,43                                  | 8,22 <sup>c</sup>  | 41,12 <sup>b</sup> | 45,78 <sup>c</sup>  | 55,06 <sup>c</sup> | 97,26 <sup>b</sup>   | 100,12 <sup>b</sup>  |
| SH              | 0,24                                  | 1,03               | 2,07               | 2,53                | 3,47               | 1,30                 | 2,21                 |
| SS              | 0,83                                  | 3,60               | 7,17               | 8,79                | 12,02              | 3,50                 | 7,65                 |
| <i>P değeri</i> | 0,122                                 | <0,001             | <0,001             | <0,001              | <0,001             | 0,041                | 0,016                |

**VB:** Vejetasyon başlangıcı, **ÇB:** Çiçeklenme başlangıcı, **ÇD:** Çiçeklenme dönemi, **ÇS:** Çiçeklenme sonu, **SS:** Ortalamaların standart sapması, **SH:** Ortalamaların standart hatası.

**Tablo 4.3.** Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin atlarda *in vitro* gaz üretim değerlerine etkisi

| Fenolojik dönem | Metan, % | Metan, ml         | G-KMS               | OMS                 | GY <sub>24</sub> | PF <sub>24</sub> | ME                | MCP    | SCFA              | pH                 |
|-----------------|----------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|-------------------|--------|-------------------|--------------------|
| VB              | 0,16     | 0,31 <sup>a</sup> | 649,96 <sup>a</sup> | 577,68 <sup>a</sup> | 267,99           | 3,75             | 7,86 <sup>a</sup> | 268,54 | 3,82 <sup>a</sup> | 6,11 <sup>ab</sup> |
| ÇB              | 0,20     | 0,18 <sup>b</sup> | 552,97 <sup>b</sup> | 487,74 <sup>b</sup> | 261,58           | 3,82             | 6,62 <sup>b</sup> | 234,59 | 3,19 <sup>b</sup> | 6,27 <sup>a</sup>  |
| ÇD              | 0,23     | 0,19 <sup>b</sup> | 525,84 <sup>b</sup> | 462,37 <sup>b</sup> | 265,22           | 3,77             | 6,50 <sup>b</sup> | 220,20 | 3,07 <sup>b</sup> | 5,87 <sup>b</sup>  |
| ÇS              | 0,20     | 0,16 <sup>b</sup> | 479,52 <sup>b</sup> | 433,57 <sup>c</sup> | 230,47           | 4,35             | 5,70 <sup>c</sup> | 237,24 | 2,42 <sup>c</sup> | 5,75 <sup>b</sup>  |
| SH              | 0,01     | 0,02              | 20,30               | 16,47               | 6,41             | 0,10             | 0,23              | 10,22  | 0,15              | 0,07               |
| SS              | 0,06     | 0,06              | 70,34               | 57,06               | 22,20            | 0,35             | 0,82              | 35,40  | 0,53              | 0,24               |
| <i>P değeri</i> | 0,672    | 0,001             | <0,001              | <0,001              | 0,116            | 0,090            | <0,001            | 0,428  | <0,001            | 0,008              |

**ÇB:** Çiçeklenme başlangıcı, **ÇD:** Çiçeklenme dönemi, **ÇS:** Çiçeklenme sonu, **VB:** Vejetasyon başlangıcı

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

**GY<sub>24</sub>** = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

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

**ME** = metabolik enerji (MJ/kg KM)

**Metan, %** = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki % düzeyi.

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

**OMS** = İnkübasyonun 24. saatinde yerelması kuru otunun sindirilen organik madde düzeyi (mg/g)

**PF<sub>24</sub>** = 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.

**Tablo 4.4.** Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin atlarda *in vitro* sindirim sıvısı uçucu yağ asitlerine etkisi

| Fenolojik dönem | Asetik asit         | Propiyonik asit    | Bütirik asit       | TUYA                | Asetik asit  | Propiyonik asit | Bütirik asit        | A/P          | (A+B)/P      |
|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------|-----------------|---------------------|--------------|--------------|
|                 | mmol/L              |                    |                    |                     | %            |                 |                     |              |              |
| VB              | 53,03 <sup>a</sup>  | 28,20 <sup>a</sup> | 9,24 <sup>a</sup>  | 90,49 <sup>a</sup>  | 58,61        | 31,16           | 10,21 <sup>ab</sup> | 1,88         | 2,20         |
| ÇB              | 48,83 <sup>ab</sup> | 25,56 <sup>b</sup> | 8,61 <sup>ab</sup> | 83,01 <sup>ab</sup> | 58,82        | 30,79           | 10,37 <sup>a</sup>  | 1,91         | 2,24         |
| ÇD              | 48,21 <sup>b</sup>  | 25,43 <sup>b</sup> | 8,21 <sup>b</sup>  | 81,86 <sup>b</sup>  | 58,88        | 31,07           | 10,03 <sup>b</sup>  | 1,89         | 2,21         |
| ÇS              | 47,78 <sup>b</sup>  | 25,32 <sup>b</sup> | 8,09 <sup>b</sup>  | 81,19 <sup>b</sup>  | 58,84        | 31,18           | 9,96 <sup>b</sup>   | 1,88         | 2,20         |
| SH              | 0,75                | 0,43               | 0,15               | 1,33                | 0,08         | 0,09            | 0,05                | 0,008        | 0,01         |
| SS              | 2,62                | 1,50               | 0,53               | 4,61                | 0,29         | 0,32            | 0,01                | 0,02         | 0,03         |
| <i>P değeri</i> | <i>0,019</i>        | <i>0,019</i>       | <i>0,007</i>       | <i>0,015</i>        | <i>0,737</i> | <i>0,471</i>    | <i>0,014</i>        | <i>0,653</i> | <i>0,467</i> |

**VB:** Vejetasyon başlangıcı. **ÇB:** Çiçeklenme başlangıcı. **ÇD:** Çiçeklenme dönemi. **ÇS:** Çiçeklenme sonu. **SS:** Ortalamaların standart sapması. **SH:** Ortalamaların standart hatası.

**Tablo 4.5.** Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin ruminantlarda *in vitro* kümülatif gaz üretimine etkisi (ml/0,2 g KM)

| Fenolojik dönem | <i>İn vitro</i> kümülatif gaz üretimi |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                 | 3. saat                               | 6. saat             | 12. saat            | 18. saat            | 24. saat            | 36. saat            | 48. saat            | 72. saat            | 96. saat            |
| VB              | 6,43 <sup>a</sup>                     | 27,83 <sup>a</sup>  | 33,62 <sup>a</sup>  | 36,91 <sup>a</sup>  | 44,00 <sup>a</sup>  | 43,87 <sup>a</sup>  | 45,30 <sup>a</sup>  | 46,38 <sup>a</sup>  | 47,81 <sup>a</sup>  |
| ÇB              | 6,10 <sup>a</sup>                     | 27,45 <sup>a</sup>  | 28,51 <sup>ab</sup> | 34,67 <sup>ab</sup> | 38,35 <sup>ab</sup> | 40,83 <sup>ab</sup> | 40,47 <sup>ab</sup> | 41,52 <sup>ab</sup> | 42,21 <sup>ab</sup> |
| ÇD              | 5,99 <sup>ab</sup>                    | 23,94 <sup>ab</sup> | 25,70 <sup>b</sup>  | 30,70 <sup>b</sup>  | 34,11 <sup>ab</sup> | 34,83 <sup>ab</sup> | 35,90 <sup>ab</sup> | 37,34 <sup>ab</sup> | 36,98 <sup>b</sup>  |
| ÇS              | 3,57 <sup>b</sup>                     | 20,82 <sup>b</sup>  | 24,66 <sup>b</sup>  | 29,13 <sup>b</sup>  | 31,11 <sup>b</sup>  | 33,60 <sup>b</sup>  | 35,03 <sup>b</sup>  | 36,10 <sup>b</sup>  | 37,18 <sup>b</sup>  |
| SH              | 0,51                                  | 0,95                | 1,35                | 1,60                | 1,88                | 1,58                | 1,58                | 1,49                | 1,58                |
| SS              | 1,78                                  | 3,31                | 3,70                | 5,55                | 6,53                | 5,48                | 5,49                | 5,16                | 5,49                |
| <i>P değeri</i> | 0,014                                 | 0,003               | 0,027               | 0,022               | 0,039               | 0,032               | 0,049               | 0,027               | 0,015               |

**VB:** Vejetasyon başlangıcı. **ÇB:** Çiçeklenme başlangıcı. **ÇD:** Çiçeklenme dönemi. **ÇS:** Çiçeklenme sonu. **SS:** Ortalamaların standart sapması. **SH:** Ortalamaların standart hatası.

**Tablo 4.6.** Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin ruminantlarda *in vitro* gaz üretim değerlerine etkisi

| Fenolojik dönem | Metan, % | Metan, ml          | G-KMS                | OMS                 | GY <sub>24</sub> | PF <sub>24</sub> | ME                 | OMS-gaz            | MCP    | SCFA               |
|-----------------|----------|--------------------|----------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|
| VB              | 18,10    | 41,39 <sup>a</sup> | 556,42 <sup>a</sup>  | 677,50 <sup>a</sup> | 384,49           | 2,61             | 8,96 <sup>a</sup>  | 64,61 <sup>a</sup> | 85,67  | 4,72 <sup>a</sup>  |
| ÇB              | 20,03    | 40,60 <sup>a</sup> | 543,92 <sup>a</sup>  | 580,42 <sup>b</sup> | 363,76           | 2,80             | 7,96 <sup>ab</sup> | 57,08 <sup>b</sup> | 117,26 | 4,28 <sup>a</sup>  |
| ÇD              | 20,93    | 43,74 <sup>a</sup> | 492,33 <sup>ab</sup> | 592,67 <sup>b</sup> | 390,36           | 2,57             | 7,92 <sup>b</sup>  | 55,08 <sup>b</sup> | 70,45  | 4,23 <sup>ab</sup> |
| ÇS              | 19,43    | 32,17 <sup>b</sup> | 438,29 <sup>b</sup>  | 574,23 <sup>b</sup> | 355,21           | 2,82             | 6,93 <sup>c</sup>  | 51,03 <sup>b</sup> | 96,01  | 3,43 <sup>b</sup>  |
| SH              | 0,44     | 1,46               | 9,59                 | 8,39                | 10,64            | 0,08             | 0,23               | 1,59               | 15,16  | 0,16               |
| SS              | 1,54     | 5,07               | 27,87                | 23,73               | 36,88            | 0,29             | 0,81               | 5,53               | 52,52  | 0,55               |
| <i>P değeri</i> | 0,131    | 0,003              | 0,014                | 0,015               | 0,671            | 0,690            | 0,001              | 0,001              | 0,794  | 0,006              |

**ÇB:** Çiçeklenme başlangıcı, **ÇD:** Çiçeklenme dönemi, **ÇS:** Çiçeklenme sonrası, **VB:** Vejetasyonun başlangıcı

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

**GY<sub>24</sub>** = İnkübasyonun 24.saatindeki gaz verimi (gaz ml/g KM/ g G-KMS)

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

**ME** = metabolik enerji (MJ/kg KM)

**Metan, %** = İnkübasyonun 24. saatinde üretilen toplam gazdaki % düzeyi.

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

**OMS** = İnkübasyonun 24. saatinde yerelması kuru otunun sindirilen gerçek organik madde düzeyi (mg/g)

**OMS-gas** = in vitro gaz üretiminden hesaplanan organik madde sindirimi (%)

**PF<sub>24</sub>** = 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)

**SS:** Ortalamaların standart sapması. SH: Ortalamaların standart hatası.

**Tablo 4.7.** Yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin ruminantlarda *in vitro* sindirim sıvısı organik asit profiline etkisi

| Fenolojik<br>dönem | Asetik asit        | Propiyonik<br>asit  | Bütirik asit       | TUYA               | Asetik asit | Propiyonik<br>asit | Bütirik asit        | A/P   | (A+B)/P |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|---------------------|-------|---------|
|                    | mmol/L             |                     |                    |                    | %           |                    |                     |       |         |
|                    |                    |                     |                    |                    |             |                    |                     |       |         |
| VB                 | 53,61 <sup>a</sup> | 28,02 <sup>a</sup>  | 9,49 <sup>a</sup>  | 91,13 <sup>a</sup> | 58,83       | 30,75 <sup>b</sup> | 10,41 <sup>b</sup>  | 1,91  | 2,25    |
| ÇB                 | 52,23 <sup>b</sup> | 27,85 <sup>a</sup>  | 9,41 <sup>ab</sup> | 89,51 <sup>b</sup> | 58,35       | 31,12 <sup>a</sup> | 10,52 <sup>ab</sup> | 1,87  | 2,21    |
| ÇD                 | 52,50 <sup>b</sup> | 27,61 <sup>ab</sup> | 9,41 <sup>ab</sup> | 89,52 <sup>b</sup> | 58,18       | 30,84 <sup>b</sup> | 10,51 <sup>ab</sup> | 1,88  | 2,22    |
| ÇS                 | 50,85 <sup>c</sup> | 27,31 <sup>b</sup>  | 9,30 <sup>b</sup>  | 87,47 <sup>c</sup> | 58,59       | 31,22 <sup>a</sup> | 10,63 <sup>a</sup>  | 1,87  | 2,21    |
| SH                 | 0,31               | 0,09                | 0,02               | 0,42               | 0,15        | 0,06               | 0,02                | 0,006 | 0,01    |
| SP                 | 1,08               | 0,32                | 0,08               | 1,45               | 0,53        | 0,21               | 0,10                | 0,02  | 0,02    |
| P değeri           | <0,001             | 0,011               | 0,042              | 0,001              | 0,538       | <0,001             | 0,041               | 0,076 | 0,057   |

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇD: Çiçeklenme dönemi, ÇS: Çiçeklenme sonrası, VB: Vejetasyonun başlangıcı.

SS: Ortalamaların standart sapması. SH: Ortalamaların standart hatası.

#### 4.6. Atlarda yerelması kuru otunun besin madde içeriği ve bazı fermentasyon parametrelerinin Pearson korelasyonu

Atlarda yerelması kuru otunun fenolojik dönemi ile *in vitro* ME ( $r = -0,497$ ), OMSgaz ( $r = -0,597$ ), G-KMS ( $r = -0,496$ ), G-OMS ( $r = -0,498$ ), propiyonik asit ( $r = -0,606$ ), asetik asit ( $r = -0,540$ ), TUYA ( $r = -0,551$ ) ( $P < 0,05$ ) ve NSC ( $r = -0,927$ ) ( $P < 0,01$ ) arasında negatif yönlü bir korelasyon; aNDFom ( $r = 0,942$ ), ADFom ( $r = 0,987$ ), ADL ( $r = 0,989$ ) ve TKT ( $r = 0,984$ ) arasında ( $P < 0,01$ ) pozitif yönlü bir korelasyon belirlendi (Tablo 4.8).

*In vitro* metan üretimi ile incelenen parametreler arasında önemli bir korelasyon belirlenmedi ( $P > 0,05$ ). Atlarda 24. saatteki gaz üretimi (gaz24) ile ME ( $r = 0,988$ ), OMSgaz ( $r = 0,953$ ), G-KMS ( $r = 0,873$ ), G-OMS ( $r = 0,875$ ), BA ( $r = 0,778$ ), PA ( $r = 0,694$ ), AA ( $r = 0,743$ ) ve TUYA ( $r = 0,740$ ) arasında pozitif yönlü bir korelasyon ( $P < 0,05$ ); aNDFom ( $r = -0,615$ ) ve ADFom ( $r = -0,467$ ) ile arasında da negatif yönlü ( $P < 0,05$ ) önemli bir korelasyon belirlendi (Tablo 4.8).

Metabolik enerji düzeyi ile OMSgaz ( $r = 0,983$ ), G-KMS ( $r = 0,899$ ), G-OMS ( $r = 0,900$ ), BA ( $r = 0,815$ ), PA ( $r = 0,756$ ), AA ( $r = 0,792$ ) ve TUYA ( $r = 0,793$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,716$ ) ve ADFom ( $r = -0,575$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon olduğu saptandı ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.8).

Yerelması kuru otunun atlarda *in vitro* gaz üretimi ile hesaplanan OMS (OMSgaz) ile G-KMS ( $r = 0,905$ ), G-OMS ( $r = 0,903$ ), BA ( $r = 0,786$ ), PA ( $r = 0,786$ ), AA ( $r = 0,804$ ) ve TUYA ( $r = 0,983$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,825$ ), ADFom ( $r = -0,712$ ) ve ADL ( $r = -0,629$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon tespit edildi ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.8).

Gerçek KMS (G-KMS) değeri ile G-OMS ( $r = 0,726$ ), BA ( $r = 0,777$ ), PA ( $r = 0,779$ ) AA ( $r = 0,742$ ) ve TUYA ( $r = 0,767$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,727$ ), ADFom ( $r = -0,612$ ) ve ADL ( $r = -0,531$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon saptandı ( $P < 0,05$ ).

Gerçek OMS (G-OMS) ile BA ( $r = 0,658$ ), PA ( $r = 0,687$ ), AA ( $r = 0,697$ ) ve TUYA ( $r = 0,698$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,718$ ), ADFom ( $r = -0,603$ ) ve ADL ( $r = -0,519$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon bulundu ( $P < 0,05$ ).

Çalışmada *in vitro* sindirim sıvısı BA düzeyi ile PA ( $r=0,914$ ), AA ( $r=0,949$ ) ve TUYA ( $r=0,955$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r= -0,605$ ) ve ADFom ( $r= -0,566$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon olduğu saptandı ( $P<0,05$ ).

Atlarda *in vitro* sindirim sıvısı PA düzeyi ile AA ( $r=0,968$ ), TUYA ( $r=0,984$ ) ve NSC ( $r=0,568$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r= -0,756$ ), ADFom ( $r= -0,671$ ) ve ADL ( $r= -0,596$ ) arasında negatif yönlü bir korelasyon olduğu tespit edildi ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.8).

Sindirim sıvısı AA düzeyi ile TUYA ( $r=0,996$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r= -0,713$ ), ADFom ( $r= -0,612$ ) ve ADL ( $r= -0,528$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon belirlendi ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.8).

Çalışmada TUYA düzeyi ile aNDFom ( $r= -0,724$ ), ADFom ( $r= -0,622$ ) ve ADL ( $r= -0,537$ ) arasında negatif yönlü bir korelasyon saptandı ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.8).

Yerelması kuru otunun aNDFom düzeyi ile ADFom ( $r= 0,979$ ), ADL ( $r= 0,942$ ) ve TKT ( $r= 0,870$ ) arasında pozitif yönlü, NSC ( $r= -0,776$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon olduğu ortaya konuldu ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.8).

Yerelması kuru otunun ADFom içeriği ile ADL ( $r=0,990$ ) ve TKT ( $r=0,949$ ) arasında pozitif yönlü, NSC ( $r= -0,888$ ) ile de negatif yönlü bir korelasyon saptandı ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.8).

Yerelması kuru otunun ADL içeriği ile NSC ( $r= -0,942$ ) arasında negatif yönlü, TKT ( $r=0,975$ ) ile de pozitif yönlü bir korelasyon saptandı ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.8).

Farklı fenolojik dönemlerde hasat edilen yerelması kuru otunun NSC içeriği ile TKT ( $r= -0,972$ ) arasında negatif yönlü bir korelasyon belirlendi ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.8).

#### **4.7. Ruminantlarda yerelması kuru otunun besin madde içeriği ve bazı fermentasyon parametrelerinin Pearson korelasyonu**

Yerelması kuru otunun fenolojik dönemi ile ruminantlarda 24. saat *in vitro* gaz üretimi (Gaz24) ( $r= -0,827$ ), ME ( $r= -0,570$ ), OMSgaz ( $r= -0,562$ ), G-KMS ( $r= -0,698$ ), G-OMS ( $r= -0,545$ ), BA ( $r= -0,744$ ), PA ( $r= -0,848$ ), AA ( $r= -0,864$ ), TUYA ( $r= -0,881$ ) ve NSC ( $r= -0,927$ ) arasında negatif yönlü bir korelasyon, aNDFom ( $r= 0,942$ ), ADFom ( $r=$

0,987), ADL ( $r = 0,989$ ) ve TKT ( $r = 0,984$ ) arasında ise pozitif yönlü bir korelasyon bulundu ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.9).

Yerelması kuru otunun ruminantlarda *in vitro* metan üretimi ile ME ( $r = 0,731$ ) ve OMSgaz ( $r = 0,641$ ) arasında pozitif yönlü bir korelasyon saptandı ( $P < 0,05$ ).

Yerelması kuru otunun ruminantlarda 24. saat *in vitro* gaz üretimi (Gaz24) ile G-KMS ( $r = 0,653$ ), BA ( $r = 0,819$ ), PA ( $r = 0,887$ ), AA ( $r = 0,941$ ), TUYA ( $r = 0,951$ ) ve NSC ( $r = 0,831$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,786$ ), ADFom ( $r = -0,838$ ), ADL ( $r = -0,860$ ) ve TKT ( $r = -0,823$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon belirlendi ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.9).

Ruminantlarda yerelması kuru otunun ME içeriği ile OMSgaz ( $r = 0,980$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,649$ ) ve ADFom ( $r = -0,571$ ) arasında negatif yönlü bir korelasyon saptandı ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.9).

Yerelması kuru otunun ruminantlardaki 24. saat *in vitro* toplam gaz üretiminden hesaplanan OMS (OMSgaz) ile G-OMS ( $r = 0,495$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,701$ ), ADFom ( $r = -0,595$ ) ve ADL ( $r = -0,495$ ) arasında negatif yönlü bir korelasyon belirlendi ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.9).

Çalışmada G-KMS ile G-OMS ( $r = 0,555$ ), BA ( $r = 0,648$ ), PA ( $r = 0,827$ ), AA ( $r = 0,678$ ), TUYA ( $r = 0,732$ ) ve NSC ( $r = 0,707$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,603$ ), ADFom ( $r = -0,668$ ), ADL ( $r = -0,693$ ) ve TKT ( $r = -0,718$ ) arasında negatif yönlü önemli bir korelasyon saptandı ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.9).

Yerelması kuru otunun G-OMS ile BA ( $r = 0,564$ ), PA ( $r = 0,508$ ), AA ( $r = 0,532$ ) ve TUYA ( $r = 0,533$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,652$ ), ADFom ( $r = -0,599$ ) ve ADL ( $r = -0,552$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon tespit edildi ( $P < 0,05$ ) (Tablo 4.9).

Ruminantlarda sindirim sıvısı BA düzeyi ile PA ( $r = 0,802$ ), AA ( $r = 0,800$ ), TUYA ( $r = 0,838$ ) ve NSC ( $r = 0,733$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r = -0,722$ ), ADFom ( $r = -0,760$ ), ADL ( $r = -0,774$ ) ve TKT ( $r = -0,733$ ), arasında negatif yönlü bir korelasyon belirlendi (Tablo 4.9).

Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun ruminal *in vitro* fermentasyon sıvısı PA içeriği ile AA ( $r= 0,875$ ), TUYA ( $r= 0,927$ ) ve NSC ( $r= 0,826$ ) arasında pozitif, aNDFom ( $r= -0,769$ ), ADFom ( $r= -0,828$ ), ADL ( $r= -0,845$ ) ve TKT ( $r= -0,852$ ) arasında ise negatif yönlü önemli bir korelasyon bulundu ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.9).

*In vitro* fermantasyon sıvısı AA içeriği ile TUYA ( $r= 0,992$ ) ve NSC ( $r= 0,828$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r= -0,878$ ), ADFom ( $r= -0,903$ ), ADL ( $r= -0,909$ ) ve TKT ( $r= -0,833$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon saptandı ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.9).

Çalışmada TUYA içeriği ile NSC ( $r= 0,848$ ) arasında pozitif yönlü, aNDFom ( $r= -0,872$ ), ADFom ( $r= -0,907$ ), ADL ( $r= -0,916$ ) ve TKT ( $r= -0,858$ ) arasında ise negatif yönlü bir korelasyon belirlendi ( $P<0,05$ ) (Tablo 4.9).

**Tablo 4.8.** Atlarda farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun, in vitro sindirim parametreleri ve besin madde içeriğinin Pearson korelasyon değerleri

| <i>At in vitro</i> | Metan | Gaz24  | ME      | OMSgaz  | G-KMS   | G-OMS   | BA      | PA      | AA      | TUYA    | aNDFom   | ADFom    | ADL     | NSC      | TKT      |
|--------------------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|
| Fenolojik dönem    | 0,196 | -0,327 | -0,497* | -0,597* | -0,496* | -0,498* | -0,384  | -0,606* | -0,540* | -0,551* | 0,942**  | 0,987**  | 0,989** | -0,927** | 0,984**  |
| Metan              | 1     | 0,302  | 0,283   | 0,193   | 0,141   | 0,326   | 0,395   | 0,264   | 0,323   | 0,316   | 0,048    | 0,158    | 0,235   | -0,390   | 0,279    |
| Gaz24              |       | 1      | 0,988** | 0,953** | 0,873** | 0,875** | 0,778** | 0,694*  | 0,743** | 0,740** | -0,615*  | -0,467*  | -0,370  | 0,073    | -0,173   |
| ME                 |       |        | 1       | 0,983** | 0,899** | 0,900** | 0,815** | 0,756** | 0,792** | 0,793** | -0,716** | -0,575*  | -0,477  | 0,176    | -0,294   |
| OMS_gaz            |       |        |         | 1       | 0,905** | 0,903** | 0,786** | 0,786** | 0,804** | 0,806** | -0,825** | -0,712** | -0,629* | 0,354    | -0,459   |
| G-KMS              |       |        |         |         | 1       | 0,726** | 0,777** | 0,779** | 0,742** | 0,767** | -0,727** | -0,612*  | -0,531* | 0,265    | -0,362   |
| G-OMS              |       |        |         |         |         | 1       | 0,658*  | 0,687*  | 0,697*  | 0,698*  | -0,718** | -0,603*  | -0,519* | 0,254    | -0,364   |
| BA                 |       |        |         |         |         |         | 1       | 0,914** | 0,949** | 0,955** | -0,605*  | -0,566*  | -0,359  | 0,074    | -0,240   |
| PA                 |       |        |         |         |         |         |         | 1       | 0,968** | 0,984** | -0,756** | -0,671*  | -0,596* | 0,568*   | -0,496   |
| AA                 |       |        |         |         |         |         |         |         | 1       | 0,996** | -0,713** | -0,612*  | -0,528* | 0,284    | -0,420   |
| TUYA               |       |        |         |         |         |         |         |         |         | 1       | -0,724** | -0,622*  | -0,537* | 0,290    | -0,429   |
| aNDFom             |       |        |         |         |         |         |         |         |         |         | 1        | 0,979**  | 0,942** | -0,776** | 0,870**  |
| ADFom              |       |        |         |         |         |         |         |         |         |         |          | 1        | 0,990** | -0,888** | 0,949**  |
| ADL                |       |        |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          | 1       | -0,942** | 0,975**  |
| NSC                |       |        |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |         | 1        | -0,972** |

\*\* :P&lt;0,01; \* : P&lt;0,05.

**Tablo 4.9.** Ruminantlarda farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun, in vitro sindirim parametreleri ve besin madde içeriğinin Pearson korelasyon değerleri

| <b>Ruminant<br/>in vitro</b> | Metan  | Gaz24    | ME      | OMSgaz  | G-KMS   | G-OMS   | BA       | PA       | AA       | TUYA     | aNDFom   | ADFom    | ADL      | NSC      | TKT      |
|------------------------------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Fenolojik dönem              | -0,066 | -0,827** | -0,570* | -0,562* | -0,698* | -0,545* | -0,744** | -0,848** | -0,864** | -0,881** | 0,942**  | 0,987**  | 0,989**  | -0,927** | 0,984**  |
| Metan                        | 1      | -0,089   | 0,731** | 0,641*  | -0,146  | 0,166   | -0,135   | 0,027    | -0,192   | -0,145   | -0,074   | -0,012   | 0,061    | -0,165   | -0,018   |
| Gaz24                        |        | 1        | 0,403   | 0,420   | 0,653*  | 0,444   | 0,819**  | 0,887**  | 0,941**  | 0,951**  | -0,786** | -0,838** | -0,860** | 0,831**  | -0,823** |
| ME                           |        |          | 1       | 0,980** | 0,228   | 0,426   | 0,328    | 0,443    | 0,411    | 0,427    | -0,649*  | -0,571*  | -0,484   | 0,278    | -0,475   |
| OMSgaz                       |        |          |         | 1       | 0,205   | 0,495*  | 0,354    | 0,425    | 0,465    | 0,465    | -0,701*  | -0,595*  | -0,495*  | 0,244    | -0,442   |
| G-KMS                        |        |          |         |         | 1       | 0,555*  | 0,648*   | 0,827**  | 0,678*   | 0,732**  | -0,603*  | -0,668*  | -0,693*  | 0,707*   | -0,718** |
| G-OMS                        |        |          |         |         |         | 1       | 0,564*   | 0,508*   | 0,532*   | 0,533*   | -0,652*  | -0,599*  | -0,552   | 0,386    | -0,466   |
| BA                           |        |          |         |         |         |         | 1        | 0,802**  | 0,800**  | 0,838**  | -0,722** | -0,760** | -0,774** | 0,733**  | -0,733** |
| PA                           |        |          |         |         |         |         |          | 1        | 0,875**  | 0,927**  | -0,769** | -0,828** | -0,845** | 0,826**  | -0,852** |
| AA                           |        |          |         |         |         |         |          |          | 1        | 0,992**  | -0,878** | -0,903** | -0,909** | 0,828**  | -0,833** |
| TUYA                         |        |          |         |         |         |         |          |          |          | 1        | -0,872** | -0,907** | -0,916** | 0,848**  | -0,858** |
| aNDFom                       |        |          |         |         |         |         |          |          |          |          | 1        | 0,979**  | 0,942**  | -0,776** | 0,870**  |
| ADFom                        |        |          |         |         |         |         |          |          |          |          |          | 1        | 0,990**  | -0,888** | 0,949**  |
| ADL                          |        |          |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          | 1        | -0,942** | 0,975**  |
| NSC                          |        |          |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          | 1        | -0,972** |

\*\* :P<0,01; \* : P<0,05.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde küresel kuraklığın etkisinin daha belirgin olduğu Avrupa'nın güneyi ve Akdeniz bölgesi ülkelerinde son 900 yılın en kurak dönemi yaşanmaktadır (42, 43). Hatta yarı kurak bölgeler kurak olarak değerlendirilmekte, kurak olan bölgeler ise çölleşmektedir (45). Ülkemiz de çölleşmekte olan bölgeler arasında yer almaktadır. Bu yüzden kurak ve yarı kurak iklim şartlarına uygun olan alternatif kaba yem kaynaklarının araştırılması üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır (46-48). Bu çalışmada yetiştirilmesinin kolay olması, yaprak oranı ve bitki boyunun fazlalığı (31 - 282 cm) çeşitli toprak ve iklim tiplerine uygunluğu (6.3-26.6 °C ve pH of 4,5-8,2) ve yapraklarında doğal tat maddesi (%60-70  $\beta$ -bisabolen, balsam kokusu) içermesi nedeniyle (49-51), yerelması bitkisinin kaba yem olarak besin madde içeriği ve ruminant ile at besleme potansiyelinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Yerelması otunun herbivorlar için kaba yem olarak besin madde içeriği ve sindirilebilirliğinin araştırıldığı çalışma sayısı sınırlıdır.

### 5.1. Yerelması kuru otunun ham besin madde içeriği

Çalışmada vejetasyonun başlangıcı yerelması otu KM'de % 16,36 HP içeriği ile protein düzeyi yüksek bir kaba yem olarak nitelendirilebilir (41, 52). NRC (52)'e göre yoncanın KM'de HP içeriğinin, vejetasyon döneminde % 22,2, tam çiçeklenme döneminde % 19,3 ve tohum bağlama döneminde % 18,7 olduğu bildirilmektedir. Yonca kuru otuna alternatif olarak yem kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada *Atriplex patula* kuru otunun % 14,64 ve *Plantago lanceolata* kuru otunun ise % 10,74 HP içerdiği saptanmıştır (53). İtalyan çiminin vejetasyon başlangıcında % 17,9 vejetasyonun sonunda % 10,3 HP içerdiği bildirilmektedir (52). Sunulan çalışmada yerelması kuru otunun vejetasyonun başlangıcından çiçeklenme sonrası döneme kadar HP içeriğinin %50'den fazla azalması, zamana bağlı olarak bitkilerin hücrelerindeki yapısal

karbonhidratların artışıyla ilgili olabilir. Stauffer ve ark. (7) yerelması hasılıının filizlenmeye başladıktan sonra (1-12 hafta arasında) HP içeriklerini haftalık olarak belirledikleri çalışmasında, KM'deki en yüksek değerin 1. haftada (%18), en düşük değerin 12. haftada (% 6,2) olduğunu ve vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak ilerleyen her hafta HP içeriğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Karşlı ve Bingöl (11)'de HP değerini yerelması hasılı için % 8,58-9,59 ve yerelması hasılı silajı için de % 9,32-11,19 olarak bulmuşlardır.

Çalışmada da bitki olgunluğunun artması ile yapısal karbonhidrat unsurlarında (aNDFom, ADFom ve ADL) artış olmuştur. Yerelması kuru otu vejetasyonun başlangıcındaki % 28 aNDFom ve % 27 ADFom içeriği; NRC (52)'nin vejetasyon dönemindeki yonca kuru otu için bildirdiği NDF (% 30,9) ve ADF (% 24) değerlerine benzer düzeydedir. Ayrıca yerelması kuru otunun çiçeklenme dönemi ve sonrasında %40,63-44,74 aNDFom ve % 33,36-36,69 ADFom içermesi de çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme dönemindeki yonca kuru otu için bildirilen değerlere benzerdi (41, 52, 53). İtalyan çimi ise vejetasyonun başlangıcında % 61 NDF ve % 38 ADF içermesine karşın, vejetasyonun sonunda % 64 NDF ve % 42 ADF içermektedir. Çalışmada yerelması kuru otunun toplam inorganik madde içeriği vejetasyonun başlangıcında % 13,64 olmasına karşın; bu değerin çiçeklenme sonrası dönemde % 8,90'a düşmesi daha önceki kaba yemlerle yapılan çalışmalarla uyumludur (52). Sunulan bu çalışmanın bulgularıyla benzer olarak, Karşlı ve Bingöl (11) yerelması hasılı ve yerelması hasılı silajının NDF değerlerini % 35.58-42.53 ile % 35.19-37.05; ADF değerlerini %23.94-30.12 ile %23.51-25.08 olarak bulmuşlardır. Sunulan çalışmada yerelması kuru otunun fenolojik döneminin ilerlemesiyle TKT düzeyinin artması bitkideki aNDFom ve ADFom içeriğinin artışı ile ilişkilendirilebilir. Yerelması kuru otunun TKT ile bitki hücre duvarı unsurları arasında pozitif yönlü bir korelasyon saptanmıştır. Daha önceki çalışmalarda bitkilerdeki kondanse tanen bileşiklerinin önemli bir bölümünün yapısal karbonhidrat unsurlarına (selüloz, hemiselüloz ve lignin); belli düzeyinin de bitki proteinlerine bağlı olduğu bildirilmektedir (54, 55). Bitkilerdeki kondanse tanenlerin % 2'den düşük olması rumende bazı proteinlere by-pass özellik kazandırarak ve metanojenik arkeaları (protozoa ve bakteri) inhibe ederek ruminal metan üretimini azaltabilmektedir. Ancak yemlerdeki kondanse tanen bileşiklerinin % 2'den fazla olması besin madde sindirimi üzerine olumsuz etki göstermektedir (48, 55).

Yerelması kuru otundaki TKT seviyesi (%0.35-%0.47) hayvan beslemede sindirim faaliyetleri ve besin madde emilimi için olumsuz etki yapabilecek düzeyde bulunmamıştır.

## 5.2. Atlarda yerelması kuru otunun *in vitro* fermentasyon değerleri

Atlarda yapılan *in vitro* sindirim tekniğinde yerelması kuru otunun vejetasyon başlangıcında kümülatif gaz üretimi, G-KMS, OMS ve ME sinin düzeylerinin diğer fenolojik dönemlerden daha yüksek olması, aNDFom ve ADFom ile olan negatif korelasyonu ile ilişkili olabilir. Yemlerin *in vitro* gaz üretimi, yapısındaki kolay çözünebilir karbonhidrat düzeyi ile bağlantılıdır. Sunulan çalışmada bitki olgunlaştıkça içeriğindeki yapısal karbonhidrat (aNDFom, ADFom ve ADL) düzeyi yükselmekte bu da sindirilebilirliği olumsuz etkiyebilmektedir. Lif unsurları içindeki ligno-selüloz yapısının artışı fibrolitik enzimlerin etkinliğini azaltmaktadır. Çalışmada özellikle ADL içeriği ile *in vitro* gaz üretimi arasındaki negatif yönlü korelasyon, sindirilebilirliğin azaldığının önemli bir göstergesidir.

Çalışmada atlarda yerelması kuru otu sindirimi sonucunda üretilen *in vitro* gaz düzeyinin artışı ile ME, OMSgaz, G-KMS ve G-OMS değerleri de pozitif yönlü arttığı görülmüştür. Bu bulgu daha önceki *in vitro* gaz üretim çalışmalarındaki korelasyonlarla uyumludur (47, 48, 56).

Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otunun 0.16-0.31 ml/g KM düzeyinde *in vitro* metan ürettiği belirlenmiştir. Kara ve Baytok (31)'da at rasyonlarına farklı düzeyde psilyum ilavesi ile *in vitro* metan üretiminin 0,43-0,59 ml/g KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kaba yemin TMR'dan daha düşük düzeyde metan üretmesi çözünebilir besin madde kompozisyonu ile ilişkilidir ve beklenen bir bulgudur. Bu değerlerin de doğruladığı gibi atların sindirim kanalında ruminantlar kadar metan üretilmemektedir ve küresel ısınmaya katkısı ruminantlar kadar değildir.

Atlarda *in vitro* fermentasyon sıvısı içindeki asetik, propiyonik ve bütirik asit ile TUYA konsantrasyonu *in vitro* sindirilebilirlik ile pozitif korelasyon halindedir. Bu durum organik asitlerin bitkinin sindirim oranına bağlı olarak değiştiğinin bir göstergesidir. (35-38). Sunulan çalışmada bu organik asitlerin sindirim sıvısındaki molaritesinin

yerelması otunun fenolojik döneminin ilerlemesiyle önemli düzeyde azalması, azalan NSC ve artan ligno-selüloz unsurları ile ilişkili olabilir.

### 5.3. Ruminantlarda yerelması kuru otunun *in vitro* fermentasyon değerleri

Farklı fenolojik dönemlerdeki yerelması kuru otlarının ruminantlarda 3., 6., 12., 18., 24., 36., 48., 72. ve 96. saatlerdeki *in vitro* kümülatif gaz üretim değerleri de atlarda olduğu gibi önemli farklılıklar göstermiştir. Çiçeklenme sonrası dönemdeki yerelması kuru otunun *in vitro* kümülatif gaz üretimi, vejetasyonun başlangıcına göre 24. saatte yaklaşık % 29 ve 96. saatte ise yaklaşık % 22 azalmıştır. Bu azalmanın yerelması kuru otunun fenolojik gelişim döneminin ilerlemesine bağlı olarak artan aNDFom, ADFom ve ADL düzeyi ile azalan NSC düzeyi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Üretilen gaz düzeyi ile aNDFom, ADFom ve ADL arasında negatif yönlü bulunması da bu bulguyu desteklemiştir. NSC düzeyiyle ise pozitif yönlü bir korelasyon olduğu saptanmıştır.

Çalışmada yerelması kuru otunun ruminantlarda 24.saatte üretilen toplam gaz içinde % 18-20 düzeyinde metan üretmesi bir kaba yem olarak beklenen düzeylerdeydi. Yerelması kuru otunun çiçeklenme sonrası dönemde (g KM'sinin 24. saatte) ürettiği ml metan üretiminin diğer fenolojik dönemlerdekinden daha düşük olması bitkinin olgunlaşmasına bağlı olarak azalan sindirilebilirliği ile açıklanabilir (56).

Sunulan çalışmada yerelması kuru otunun farklı fenolojik dönemlerinin *in vitro* ruminal G-KMS, OMS, ME, OMS-gaz ve SCFA değerlerinin bitki olgunluğu ile azalmasının, bitkinin besin madde içeriği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Belirtilen bu fermentasyon parametrelerinin yapısal karbonhidrat içeriği ile negatif korelasyon halinde olduğu da belirlenmiştir (35-38). Bu *in vitro* fermentasyon parametrelerinin vejetasyonun başlangıcındaki yerelması kuru otunda en yüksek, çiçeklenme sonrasında ise en düşük değerlerde olduğu görülmüştür.

Ruminantlarda yerelması kuru otunun *in vitro* gaz üretim tekniğinin 24. saatinde fermentasyon sıvısındaki asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit ve TUYA molaritesi (mmol/L) vejetasyonun başlangıcından çiçeklenme sonrası döneme doğru önemli düzeyde azalması, *in vitro* sindirilebilirliğin değişmesi ile ilişkilendirilebilir.

Sonuç olarak, yerelması kuru otunun (özellikle vejetasyonun başlangıcında) hem atlarda hem de ruminantlarda sindirilebilirliği ve besin madde kompozisyonu bakımından

kaliteli bir kaba yem olarak kullanılabilecek potansiyele sahip olduğu gör÷lmüştür. Araştırma sonuçlarımızın ileride yapılacak yerelması otu ile ilgili çalışmalara yol göstermesi beklenmiştir. Yerelması bitkisinin yeşil aksamının kaba yem kalitesinin in vivo olarak daha detaylı araştırılması gerekmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

1. Anonim1. Flora of North America Editorial Committee. *Helianthus tuberosus* L. Flora of North America. 2006; 21.
2. Anonim2. Feedipedia. *Helianthus tuberosus*. Erişim tarihi: 11.10.2014. Erişim adresi: <http://www.feedipedia.org/node/544>.
3. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal istatistik verileri. Erişim adresi: [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) Erişim tarihi: 03.12.2014.
4. FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim adresi: <http://www.fao.org/home/en/>. Erişim tarihi: 22.11.2014.
5. Swanton CJ. Jerusalem artichoke. Ontario Ministry of agriculture food and rural affairs, Factsheets, AgDex 1994; 642: 94-077.
6. Gerald SJ. Forage and tuber yields and digestibility of selected wild and ultivated genotypes of jerusalem artichoke. *Agronomy* 1993; 85: 29-33.
7. Stauffer MD, Chubey BB, Dorrell DG. 1980. Growth, yield and compositional characteristics of Jerusalem artichoke as it relates to biomass production. *Am Chem Soc Div Fuel Chem*, 25 (4): 193-203.
8. Rawate PD, Hill RM. Extraction of a high-protein isolate from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tops and evaluation of its nutrition potential. *J Agric Food Chem* 1985; 33(1): 29-31.
9. Seiler GJ, Campbell LG. Genetic variability for mineral element concentrations of wild Jerusalem artichokeforage. *Crop Science* 2004; 44 (1): 289-292.
10. Seiler, GJ, Campbell, LG. Genetic variability for mineral concentration in the forage of Jerusalem artichoke cultivars. *Euphytica* 2006; 150: 281-288.

11. Karsı MA, Bingöl NT. The determination of planting density on herbage yield and silage quality of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) green mass. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2009; 15(4): 581-586.
12. Bingöl NT, Baytok E. The effect of some silage additives added into sorghum silage on the silage quality and ruminal degradabilities of nutrients 1- the effects on silage quality. *Turk J Vet Anim Sci* 2003; 27: 20-25.
13. Lindberg JE, Malmberg A, Theander O. The chemical composition and nutritive value for ruminants of four possible energy crops and their residues of anaerobic fermentation. *Anim Feed Sci Tech* 1986; 15: 197-213.
14. Hindrichsen IK, Wettstein HR, Machmüller A, et al. Effects of feed carbohydrates with contrasting properties on rumen fermentation and methane release in vitro. *Can J Anim Sci* 2004; 84(2): 265-276.
15. Kocaoğlu-Güçlü B, Kara K. Ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı 1. Probiyotik, prebiyotik ve enzim. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2009; 6(1): 65-75.
16. Moshfegh AJ, Friday JE, Goldman JP, Ahuja JKC. Presence of inulin and oligofructose in the diets of Americans. *J Nutr* 1999; 129: 14075-14155.
17. Samal L, Chaturvedi VB, Saikumar G, Somvanshib R, Pattanaika AK. Prebiotic potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in Wistar rats: effects of levels of supplementation on hindgut fermentation, intestinal morphology, blood metabolites and immune response. *J Sci Food Agric* 2014. DOI 10.1002/jsfa.6873.
18. Blezinger SB, 2006. Yeast products can have positive effects on cattle performance. *Cattle Today Online*. Erişim Tarihi: 06/06/2009. Erişim adresi: <http://www.cattletoday.com/archive/2006/june/CT489.shtml>.
19. Oral G, Gülmez M. Gıda kaynaklı patojenler için kesim öncesi dekontaminasyon uygulamaları. *Kafkas Üni Vet Fak Derg* 2006; 12(1): 77-84.
20. Bailey JS. Control of salmonella and campylobacter in poultry production. A. Summary of work at russel resarch center. *Poult Sci* 1991. 72: 1169-1173.

21. Heinrichs AJ, Jones CM, Heinrichs BS. Effects of mannan oligosaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. *J Dairy Sci* 2003; 86(12): 4064-4069.
22. Kaufhould J, Hammon HM, Blum JW. Fructo-oligosaccharide supplementation: effects on metabolic, endocrine and hematological traits in veal calves. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 2000; 47(1): 17-29.
23. Quigley JD, Drewry JJ, Murray LM, Ivey SJ. Body weight gain, feed efficiency and fecal scores of dairy calves in response to galactosyl-lactose or antibiotics in milk replacers. *J Dairy Sci* 1997; 80(8): 1751-1754.
24. Biggs DR, Hancock KR. In vitro digestion of bacterial and plant fructans and effects on ammonia accumulation in cow and sheep rumen fluids. *J Gen Appl Microbiol* 1998; 44: 167–171.
25. Öztürk H. Effects of inulin on Rumen metabolism in vitro. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2008; 55: 79-82.
26. Vickers RJ, Sunvold GD, Kelley RL, Reinhart GA. Comparison of fermentation of selected fructooligosaccharides and other fiber substrates by canine colonic microflora. *Am J Vet Res* 2001; 62(4): 609-615.
27. Cieslik E, Gebusia A, Florkiewicz A, Mickowska B. The content of protein and of amino acids in Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) of red variety Rote Zonenkugel. *Acta Sci Pol Techn Aliment* 2011; 10(4): 433-441.
28. Coenen M, Mo-Beler A, Vervuert I. Fermentative gases in breath indicate that Inulin and starch start to be degraded by microbial fermentation in the stomach and small intestine of the horse in contrast to pectin and cellulose. *J Nutr* 2006; 136: 2108-2110.
29. A.O.A.C. Official Methods of Analysis (15th ed.,). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. 1995.
30. 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.

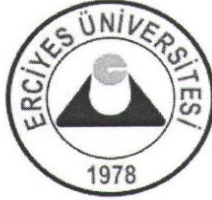
31. Kara K, Baytok E. Effect of different levels of psyllium supplementation to horse diet on *in vitro* fermentation parameters and methane emission. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine Istanbul University 2016; (Baskıda).
32. Biehler E, Mayer F, Hoffman L, Krause E, Bohn T, Comparison of 3 spectrophotometric methods for carotenoid determination in frequently consumed fruits and vegetables. Journal of Food Science 2010; 75: 55-61.
33. Makkar HPS, Blümmel M, Becker K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in vitro techniques. Brit J Nutr 1995; 73: 897–913.
34. 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.
35. 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.
36. Blümmel M, Makkar HPS, Becker K. In vitro gas production- a technique revisied. J Anim Physiol Anim Nutr 1997; 77: 24-34.
37. 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.
38. 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.
39. 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.

40. 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.
41. NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC (USA), 2001.
42. 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.
43. 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.
44. Ramirez-Restrepo CA and Barry TN. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. *Animal and Feed Science Technology* 2005; 120: 179–201.
45. 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.
46. 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.
47. 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.

48. 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.
49. Helmi Z, AzzamKM, Tsymbalista Y, Ghazleh RA, Shaibah H, Aboul-Enein H. Analysis of essential oil in Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) leaves and tubers by gas chromatography-mass spectrometry. *Adv Pharm Bull* 2014; 4: 521-526.
50. Yang L, Sophia Q, Corscadden K, Udenigwe CC. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. *Biotechnology Reports* 2015; 5: 77-88.
51. Ma XY, Zhang LH, Shao HB, Xu G, Zhang F, Ni FT, Brestic M. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), a medicinal salt-resistant plant has high adaptability and multiple-use values. *Journal of Medicinal Plants Research* 2001; 5: 1272-1279.
52. NRC. Nutrient Requirements of Horses. 5th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC (USA), 1989.
53. Kara K, Aktuğ E, Özkaya S. Ruminant 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).
54. Jackson FS, McNabb WC, Barry TN, Fooc YL, Jason P. The condensed tannin content of a range of subtropical and temperate forages and the reactivity of condensed tannin with ribulose- 1.5-bis-phosphate carboxylase (rubisco) protein. *J Sci Food Agric* 1996; 12: 483-492.
55. Min BR, Pinchak WE, Anderson RC, Fulford JD, Puchala R. Effects of condensed tannins supplementation level on weight gain and *in vitro* and *in vivo* bloat precursors in steers grazing winter wheat. *J Anim Sci* 2006; 84: 2546-2554.
56. Hook SE, Wright A-DG, McBride BW. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. *Archaea*. 2010:1-11.

## 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:15/11

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 SARIOZKAN      | 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. Kanber KARA tarafından sunulan "YERELMASI BİTKİSİNİN (*Helianthus Tuberosus*) AT VE RUMİNANTLARDA İN VİTRO METAN ÜRETİMİNE VE BAZI FERMENTASYON PARAMETRELERİNE ETKİSİ " 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: Ahmet Çağrı ERŞAHİNCE

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 01 Ocak 1988, Karaman

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: +90 288 415 25 99

email: erssahince@gmail.com

Yazışma Adresi: İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Lüleburgaz/Kırklareli

### EĞİTİM

| Derece | Kurum                                    | Mezuniyet Tarihi |
|--------|------------------------------------------|------------------|
| Lisans | Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi | 2012             |
| Lise   | Karaman Fen Lisesi                       | 2007             |

### İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl        | Kurum                                      | Görev           |
|------------|--------------------------------------------|-----------------|
| 2016-Halen | Kırklareli/Lüleburgaz Tarım İlçe Müdürlüğü | Veteriner Hekim |
| 2015- 2016 | Karacabey Tarım İşletmeleri Müdürlüğü      | Veteriner Hekim |
| 2012–2014  | Seven Hayvancılık Kırklareli/Lüleburgaz    | Veteriner Hekim |

### YABANCI DİL

İngilizce