

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**OMEGA-3 BAKIMINDAN ZENGİN BAZI YAĞ
KAYNAKLARININ *İN VİTRO* RUMİNAL
BİYOHİDROJENASYONUN BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Murat SAY**

**Danışman
Doç. Dr. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Ekim 2021
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**OMEGA-3 BAKIMINDAN ZENGİN BAZI YAĞ
KAYNAKLARININ *İN VİTRO* RUMİNAL
BİYOHİDROJENASYONUN BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Murat SAY**

**Danışman
Doç. Dr. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FYL-2020-9507 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Ekim 2021
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.

Murat SAY

İmza

“Omega-3 Bakımından Zengin Bazı Yağ Kaynaklarının *in vitro* Ruminal Biyohidrojenasyonun Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Murat SAY

İmza

Danışman

Doç. Dr. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ

İmza

Zootekni ABD Başkanı

Prof. Dr. Yusuf KONCA

İmza

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca farklı bakıő açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocam Doç. Dr. Selma Büyükkılıç Beyzi'ye teőekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalıőmasına maddi destek veren Erciyes Üniöersitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FYL-2020-9507) teşekkür ederim.

Ayrıca; çalıőmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen aileme en içten teőekkürlerimi sunarım.

Murat SAY

Ekim 2021, KAYSERİ

OMEGA-3 BAKIMINDAN ZENGİN BAZI YAĞ KAYNAKLARININ *İN VİTRO* RUMİNAL BİYOHİDROJENASYONUN BELİRLENMESİ

Murat SAY

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ekim 2021
Danışman: Doç. Dr. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ

ÖZET

Bu çalışmada amaç farklı yağ asidi profiline sahip yağ kaynaklarının rasyonda kullanılması ile ruminal biyohidrojenasyona etkisini belirlemektir. Bu amaçla omega-3 miktarı bakımından zengin keten tohumu, çiya tohumu, alg (DHA-gold) yağları farklı dozlarda rasyona ilave edilerek *in vitro* biyohidrojenasyonu belirlenmiştir. Çalışmada 3 yağ kaynağı (keten, çiya, alg), 3 farklı doz (%1, 2 ve 3) 5 tekerrürlü olarak *in vitro* inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonda kullanılan rumen sıvısının elde edilmesinde 4 adet kanüllü keçi donör olarak kullanılmıştır. Rumen sıvısı 4 katlı bez peynir torbasından geçirildikten sonra 1: 9 oranında yapay tükürük ile karıştırılarak inkübasyon sıvısı oluşturulmuştur. İnkübasyon sıvısı tartımı yapılan yemler üzerine ilave edilmiş ve 24 saat 39 °C'lik su banyosunda bekletilmiştir. Bu inkübasyon sıvısından 0, 3, 6, 12, 24. saatlerde örnekleme yapılmış yağ asidi profili ve fermantasyon parametreleri belirlenmiştir. İnkübasyonda rumen sıvısı yağ asitleri, yemdeki başlangıç yağ asitleri ve inkübasyon sonrası yağ asitleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, rasyona katılan keten, çiya ve alg yağlarının 24 saatlik biyohidrojenasyonu sonucunda kontrole göre toplam konjuge linoleik asit (CLA), *cis*-9, *trans*-11 CLA, *trans*-11 C18:1 yağ asitlerinin artış göstermiştir. Doymamış yağ asitlerinin 24.saat biyohidrojenasyon oranları ise %61-98 arasında değişiklik göstermiştir. Ayrıca en yüksek CLA içeriği alg grubundan elde edilmiştir. Ruminal biyohidrojenasyonun en düşük, CLA gibi ara ürünlerin en yüksek oranda açığa çıkması ile en uygun yağ dozu ise %2 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Keten, Çiya, Alg Yağı, Konjuge Linoleik Asit, Ruminal Biyohidrojenasyon

DETERMINATION OF *IN VITRO* RUMINAL BIOHYDROGENATION OF OMEGA-3-RICH OIL SOURCES IN DIET

Murat SAY

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, October 2021
Supervisor: Assoc. Prof. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effect of using fat sources with different fatty acid profiles in the diet on ruminal biohydrogenation. For this purpose, oils rich in omega-3 amounts were preferred. In the study, *in vitro* biohydrogenation was determined by adding flaxseed, chia seed, algae (DHA-gold) oils to the ration at different doses. In the study, 3 oil sources (flax, chia, algae) were incubated in 3 different doses (1%, 2% and 3%) with 5 replications. 4 cannulated goats were used as donors to obtain the rumen fluid used in incubation. After passing the rumen fluid through a 4-layer cheesecloth bag, incubation fluid was created by mixing it with artificial saliva at a ratio of 1:9. Incubation liquid was added to the weighed feeds and kept in a 39 °C water bath for 24 hours. Fatty acid profile and fermentation parameters were determined by sampling at 0, 3, 6, 12, and 24 hours from this incubation liquid. Rumen fluid fatty acids in incubation, initial fatty acids in feed and post-incubation fatty acids were compared. As a result, the 24-hour biohydrogenation of flax, chia and algae oils added to the diet, total conjugated linoleic acid (CLA), c-9, t-11 CLA, t-11 C18:1 fatty acid increased compared to the control. The 24-hour biohydrogenation rates of unsaturated fatty acids varied between 61-98%. In addition, the highest CLA content was obtained from the algae group. The most appropriate oil dose was determined as 2%, with the lowest ruminal biohydrogenation and the highest rate of intermediate products such as CLA.

Keywords: Flaxseed, Chia, Algae Oil, Conjugated Linoleic Acid, Ruminal Biohydrogenation

İÇİNDEKİLER

OMEGA-3 BAKIMINDAN ZENGİN BAZI YAĞ KAYNAKLARININ *İN VİTRO* RUMİNAL BİYOHİDROJENASYONUN BELİRLENMESİ

YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetleri	3
1.1.1. Ülkemiz Keçi Irkları	4
1.2. Ruminat Rasyonlarında Yağ Kullanımı.....	5
1.2.1. Yağ Kaynakları.....	6
1.2.2. Yağ Kullanımı ile İlgili Olarak Dikkate Alınması Gereken Hususlar .	6
1.2.3. Rasyona Yağ İlavesinin Avantajları.....	7
1.3. Literatür Çalışması	8

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal	21
2.2. Yöntem	22
2.2.1. <i>in vitro</i> inkübasyon yöntemi.....	22

2.3. Yapılan Analizler ve Yöntemleri	23
2.3.1. Hazırlanan rasyonda yem hammaddelerinin besin madde analizleri	23
2.3.2. Yağ, yem ve rumen sıvısında yağ asitleri kompozisyonu analizi	23
2.3.3. In vitro inkübasyon.....	24
2.3.4. Rumen sıvısında fermantasyon parametrelerinin belirlenmesi	25
2.4. İstatistikî analizler.....	25

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 Keten tohumu yağı <i>in vitro</i> ruminal biyohidrojenasyonu.....	26
3.2 Çiya tohumu yağı <i>in vitro</i> ruminal biyohidrojenasyonu.....	32
3.3. Alg yağı <i>in vitro</i> ruminal biyohidrojenasyonu.....	38

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma	44
4.1.1. Keten tohumu yağı.....	44
4.1.2. Çiya tohumu yağı.....	46
4.1.2. Mikroalg yağı (DHA gold).....	48
4.2.Sonuç ve Öneriler.....	50
KAYNAKÇA.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	61

KISALTMALAR

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

AB : Avrupa Birliği

Ca : Kalsiyum

KM : Kuru Madde

CLA: Konjuge Linoleik Asit

EPA: Eikosapentaenoik Asit

DHA: Dokosahehzaenik Asit

PUFA : Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

SFA : Doymuş Yağ Asitleri

UFA : Doymamış Yağ Asitleri

MUFA : Tekli Doymamış Yağ Asitleri

PGF2 α : Prostaglandin

HSA : Hidroksistearikasit

Cu : Bakır

HC : Hidrokarbon

IgA : İmmünoglobulin A

NaCl : Sodyum Klorür

CO₂ : Karbondioksit

HgCl₂ : Civa Klorür

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye Koyun ve Keçi Varlığı (Baş).....	5
Tablo 2. <i>In vitro</i> denemede oluşturulan muamele grupları	22
Tablo 3. Denemede kullanılan keten tohumu yağı yağ asitleri kompozisyonu.....	31
Tablo 4. Rasyona keten tohumu yağı ilavesinin <i>in vitro</i> ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi (24.saat)	26
Tablo 5. Rasyona farklı oranda keten tohumu yağı ilavesinin <i>in vitro</i> ruminal biyohidrojenasyona etkisi (24. saat)	28
Tablo 6. Rasyona farklı oranda keten tohumu yağı ilavesinin <i>in vitro</i> rumen fermantasyon parametrelerine etkisi.....	30
Tablo 7. Denemede kullanılan çiya tohumu yağı yağ asitleri kompozisyonu.....	32
Tablo 8. Rasyona çiya tohumu yağı ilavesinin <i>in vitro</i> ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi (24.saat)	34
Tablo 9. Rasyona farklı oranda çiya tohumu yağı ilavesinin <i>in vitro</i> ruminal biyohidrojenasyona etkisi (24. Saat).....	35
Tablo 10. Rasyona farklı oranda çiya tohumu yağı ilavesinin <i>in vitro</i> rumen fermantasyon parametrelerine etkisi.....	36
Tablo 11. Rasyona mikroalg yağı ilavesinin <i>in vitro</i> ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi (24.saat)	38
Tablo 12. Rasyona farklı oranda mikroalg ilavesinin <i>in vitro</i> ruminal biyohidrojenasyona etkisi (24. saat)	40
Tablo 13. Rasyona farklı oranda mikroalg tohumu yağı ilavesinin <i>in vitro</i> rumen fermantasyon parametrelerine etkisi.....	41
Tablo 14. Rasyona farklı oranda mikroalg ilavesinin <i>in vitro</i> rumen fermantasyon parametrelerine etkisi	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.* Keten tohumu yağı ilave edilen grupta yağ asitlerinin ruminal görünür (apparent) biyohidrojenasyonu 31
- Şekil 2.* Çiya tohumu yağı ilave edilen grupta yağ asitlerinin ruminal görünür (apparent) biyohidrojenasyonu 37
- Şekil 3.* Mikroalg (DHA gold) ilave edilen grupta yağ asitlerinin ruminal görünür (apparent) biyohidrojenasyonu 43



GİRİŞ

Gelişen ve değişen dünya nüfusu üzerinde önemli ve değişmeyen sorunların başında yeterli düzeyde ve dengeli beslenme ihtiyacı yer almaktadır. Bu sebeple hayvansal ürünler taşıdıkları biyolojik değerler nedeniyle vazgeçilmez ve diğer besin maddeleriyle ikame edilemez bir konumda bulunmaktadır.

Son yıllarda beslenmeye dayalı hastalıkların artması veya bilinmesi sonucu bazı önlemler alınması yönünde uzmanlar uyarıda bulunmaktadır. Bu uyarılar içerisinde ise diyetle bulunan doymuş yağ asitleri miktarının azaltılması, doymamış yağ asitleri miktarının ise artırılması yer almaktadır. Süt ve süt ürünleri, lipoliz ve biyohidrojenasyon işlemleri yoluyla, rumende yağ asitlerinin doyurulması sonucu yüksek oranda doymuş yağ asitleri içermektedir. Bu nedenle, diyetteki yağ asidi profili çoğunlukla doymamış yağ asitlerinden oluşurken; rumenden ayrılan lipitlerin yağ asidi profili çoğunlukla doymuş yağ asitlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle ruminantlardan elde edilen ürünlerde doymuş yağ asitleri oranı yüksektir.

Süt yağı yaklaşık %70 doymuş yağ asitleri, %25 tekli doymamış yağ asitleri ve %5 çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur. Sağlık alanında yapılan çalışmalarda süt, yüksek oranda doymuş yağ asitleri oranı nedeniyle, kardiyovasküler sağlık sorunları ile ilişkilendirilmiştir (Elwood vd. 2010; Astrup vd. 2011). Bununla birlikte, son yıllarda kardiyovasküler sağlık sorunlarının riski ile ilgili değişkenler (örneğin, kan basıncı) ile süt ve süt ürünleri tüketimi arasında bir ilişki olmadığını; hatta pozitif bir etki olduğu bildirmiştir (Elwood vd. 2010; Bauman ve Lock, 2010). Süt yağında bulunan birçok biyoaktif YA sağlığın korunması ve kronik hastalıkların önlenmesi için potansiyel faydalara sahip olduğu da belirtilmiştir (Bauman ve Lock, 2010). Yapılan bu çalışmalar irdelendiğinde, süt yağının yağ asidi kompozisyonunu manipüle etme yöntemleri bu nedenle daha fazla dikkat çekmektedir.

Omega-3 yağ asitleri (n3) büyüme ve gelişme için gereklidir ve tüketildiğinde insan sağlığı ve kardiyovasküler hastalıklar, enflamatuvar hastalıklar ve nörolojik hastalıklar

gibi kronik hastalıkların önlenmesi için birçok yararlı etki göstermektedir (Yashodhara vd. 2009). Bu faydalı etkilerin sağlanabilmesi için günlük olarak n3 yağ asitleri toplamının günlük olarak 250-500 mg tüketilmesi gerektiği bildirilmiştir (Harris vd. 2009). Süt yağında n3 oranı normal tüketim koşullarında bu koşulu sağlamamakta ve artırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Süt yağı temel olarak linolenik asitten oluşmaktadır (*cis*-9, *cis*-12, *cis*-15-C18:3; C18:3 n3; 0.5 g/100g YA; Heck vd. 2009). Ayrıca süt yağında konjuge linoleik asit (CLA) gibi önemli ara ürünler de bulunmaktadır. Bunun yanında sağlıklı beslenmede omega-3/omega-6 asitleri arasındaki oran da önemlidir. İngiliz Beslenme Vakfının verilerine göre yetişkin bir insanın günde ortalama olarak 1.25 gr omega-3 yağ asidi tüketmesi gerekmektedir (Ayerza vd. 2002).

CLA biyohidrojenasyonun ara ürünlerinden birisi olup; linoleik asidin pozisyonel ve geometrik izomeridir. Linoleik asidin *cis*-9, *trans*-11 izomeri daha çok antikarsinojenik özelliği ile bilinmektedir (Devery vd. 2001; Durgam ve Fernandes, 1997). CLA vücudumuz tarafından üretilmemektedir. CLA, LPL enzimini bloke ederek, yağ sentezine engel olmakta ve mevcutta depolanan yağ miktarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Bu sebeple diyet programında önerilen önemli bir beslenme desteğidir. Bununla birlikte CLA anti-katabolik (kas yıkımının önlenmesi), anti-oksidan (yaşlanma etkilerinin ve serbest radikal hasarın azaltılması), bağışıklık sistemi güçlendiricisi, kolesterol düşürücü ve kanser önleyici olarak bilinmektedir. CLA, özellikle göğüs kanseri, prostat kanseri ve damar sertliği riskini azaltmaktadır. Ayrıca CLA, insüline karşı duyarlılığı arttırarak yağ asitlerinin ve glikozun yağ dokusundan kas dokusuna geçişini arttırmakta ve yağ oranında azalma sağlamaktadır (Ip vd. 1994; Belury vd. 2003; Pariza, 1999; Mac Donald, 2000). Söz konusu etkilerin görülmesi için günde 400' mg dan daha fazla *cis*-9, *trans*-11 KLA tüketilmesi gerekirken, genel beslenme alışkanlıklarıyla vücuda alınan günlük ortalama *cis*-9, *trans*-11 CLA miktarı 200 mg'ın altındadır (Ritzenhaler vd. 2001). Bu sebeple KLA içeren gıdaların miktarının artırılması önemli bir konudur. CLA içeriği bakımından sütler değerlendirildiğinde keçi sütü en yüksek orana sahiptir. Keçi sütü aynı zamanda daha fazla esansiyel yağ asidi içermekte (Linoleik ve Araşidonik asitler) ve fazla oranda kısa ve orta zincirli yağ asitleri içermektedir (Luke ve Kate, 1992).

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetleri

Koyunculuk ülke hayvancılık tarihimizde önemli bir yer tutmaktadır. Koyun yetiştiriciliği et, süt, deri ve yün açısından ülkemiz ekonomisinde önemli bir alan oluşturmaktadır. Ülkemizde koyun yetiştiriciliği özellikle Doğu ve Güneydoğu bölgelerimizde önemli bir geçim kaynağı sağlamaktadır. 2010'dan itibaren devlet destekleri ile koyun varlığımız %52 civarında artış sağlamıştır (Anonim 2019).

Ülkemizde Akkaraman, Morkaraman, Dağlıç, Kıvırcık, Sakız, Merinos, Karakaya, Karagül, İvesi, Hemşin, Malya, Türktahirova, Acıpayam, Kangal ve Polatlı gibi bazı koyun ırkları bulunmaktadır. Bu ırklar yapılan ıslah ve seleksiyon çalışmaları neticesinde elde edilen önemli gen kaynaklarımızı oluşturmaktadır (Anonim 2019).

Ülkemizin 2019 verilerine göre kırmızı et üretiminin %10.5'i ve sütün %8.8'i koyun ve keçiden karşılanmaktadır (Anonim 2019).

Keçi özellikle insanlar ve diğer hayvanlar tarafından değerlendirilemeyen düşük kaliteli mera alanlarını, çalılık ve fundalık alanlarını değerlendirerek et, süt ve diğer hayvansal ürünleri sağlayan az ile yetinen bir hayvandır. Bu özellikleriyle keçi en çok Akdeniz ülkeleri ile Hindistan'a kadar uzanan ılıman iklim kuşağında bulunan Orta Doğu ülkelerinde yetiştirilmektedir. Keçinin bu alanlarda bulunmasında genel olarak keçinin yetişme ve beslenme biyolojisinin yanında bölge arazi yapısı, iklim ve bitki örtüsü etkilidir (Anonim 2008; Küçükaydın, 2005).

1.1.1. Ülkemiz Keçi Irkları

Kıl Keçisi: Anadolu'nun zor iklimine karşı dayanıklı, yetersiz beslenmeye karşı dayanıklı, zayıf otlakları değerlendiren ormanlık alanlarda bulunan köylerde yetiştirilen bir ırktır (Kaymakçı, 2006; Şengonca, 2005).

Erişkin erkekler de 65-90 kg, dişiler 45-65 kg canlı ağırlığa sahiptir. Ortalama 180-200 günlük laktasyon dönemlerinde 80-150 litre süt verimi bildirilmiştir. Genel olarak 1 oğlak elde edilmekte ve et verim yönlü yetiştirilmektedir (Anonim 2021).

Ankara Keçisi (Tiftik Keçisi): En yoğun olarak Orta ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yetiştirilmektedir. En önemli verim yönü tiftik olup ülkemizde hayvan varlığı açısından 3. sırada yer almaktadır (Şengonca, 2005).

Ergin canlı ağırlık erkeklerde 35-55 kg, dişilerde 30-40kg arasında değişmektedir. Esas verimleri olan tiftik tekstil sanayi için aranan bir üründür. Tiftik verimleri erkeklerde 4-6 kg iken dişilerde 3-4 kg'dır. Etleri gevrek ve lezzetli olduğundan özellikle tiftik oğlaklarına talep fazladır (Anonim 2021).

Kilis Keçisi: Şam keçisi ile kıl keçisi melezi olup ülke varlığımız içerisinde ikinci sırada olan önemli bir sütçü ırkımızdır. Genel olarak Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilmektedir (Şengonca, 2005).

Gelişmiş bir meme yapısına sahiptir. Erkekler 50-60 kg, dişiler 35-45 kg canlı ağırlığa sahiptir. Laktasyon süreleri 210-260 gün ve süt verimleri 200-300 kg'dır. İyi bakım ve beslenme koşullarında süt verimleri 500-600 kg'lara kadar ulaşabilmektedir (Anonim 2021).

Tablo 1. Türkiye Koyun ve Keçi Varlığı (Baş).

YILLAR	KOYUN	KEÇİ	TOPLAM
1991	40.432.340	10.764.198	51.196.538
1995	33.791.000	9.111.000	42.902.000
2000	28.492.000	7.201.000	35.693.000
2005	25.304.325	6.517.464	31.821.789
2010	23.089.691	6.293.233	29.382.924
2015	31.507.934	10.416.166	41.924.100
2016	30.983.933	10.345.299	41.329.232
2017	33.677.636	10.634.672	44.312.308
2018	35.194.972	10.922.427	46.117.399
2019	37.276.050	11.205.429	48.481.479

Kaynak: TÜİK

1.2. Ruminat Rasyonlarında Yağ Kullanımı

Gelişen teknoloji ve hayvan besleme alanındaki gelişmeler artık bazı süre gelen gelenekçi yaklaşımların ve besleme alışkanlıklarının değiştirilmesi gerektiğini bize göstermektedir. Yemler içerisinde gelen enerji dışında geriye kalan enerji ihtiyacının karşılanması için artık daha bilimsel yöntemler kullanılmaktadır. Önceki yıllarda enerji ihtiyacının karşılanması için bitkisel kökenli yağların kullanımı fazla iken şimdi yapılan deneme ve çalışmalar sonucunda bitkisel yağların sınırlayıcı etkisinin belirlenmesi ve hayvan verimi üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle kullanım alanı sınırlandırılmaktadır.

Büyükbaş hayvan beslemede rasyon içeriğinde yağ oranının %5-6 ve kesif yemdeki yağ içeriğinin ise %6-8 düzeyinde olması gerekmekte, ancak gelen bu enerji düzeyleri istenilen enerji düzeyini karşılamaya yetmez ve dışardan enerji takviyesi ihtiyacını ortaya çıkarır. Rasyonlarda yem hammaddelerinden gelen enerji dışında kalan enerji ihtiyacını karşılamak için artık yeni nesil yağlar olarak tabir edilen *by-pass* yağlar (kalsiyum sabunları ve granül- fraksiyonize yağlar) rasyonlarda %6-8 oranında

eklenerek enerji ihtiyacı karşılanmaya çalışılmaktadır. *By-pass* yağların yıllardır kullanılması ve istihdam alanları bulmalarındaki en önemli etkenler rumende mikrobiyal fermantasyonu üzerine ve dolayısıyla verime herhangi olumsuz bir etkisinin olmamasından ve yemlerde büyük oranda esneklik sağlamalarından kaynaklanmaktadır.

1.2.1. Yağ Kaynakları

- Bitkisel Yağlar: Yağlı tohum ve meyvelerden elde edilen yağlardır.
- Hayvansal Yağlar: Aşağıda belirtilen hayvanlardan elde edilen yağlardır:
 - Don yağı: Rendering işletmelerinde sığır, keçi ve koyun gibi ruminant hayvanlardan çıkarılan yağlardır.
 - Balık yağı: Balık unu işletmelerinde balık ve balık artıklarının işlenmesiyle elde edilen yağlardır.
- Asit Yağlar: Ham yağların rafinasyon işlemi yan ürünü olan soapstockların sülfürik asitle muamelesi sonucu elde edilen yağlardır.
- Hidrolize Yağlar: Bitkisel ve hayvansal yağların yemeklik yağ üretimi ya da sabun yapımında işlenmeleri sırasında elde edilen yağlardır.
- Korunmuş (by-pass) Yağlar: Yağ asitlerinin kalsiyum ile tuz oluşturmaları ya da ham yağlardan değişik fiziksel ve kimyasal işlemler sonucu elde edilen yağlardır.
- Karışık Yağlar: Yukarıda belirtilen yağların karışımıyla meydana gelen yağlardır.

1.2.2. Yağ Kullanımı ile İlgili Olarak Dikkate Alınması Gereken Hususlar

- Rasyonda ilave sıvı yağ kaynağı kullanımı ile süt yağı seviyesi genelde etkilenmemekle birlikte kalsiyum düzeyinin %0,9'un (KM) düzeyine çıkarılması gerekir aksi takdirde kalsiyum da düşme söz konusu olabilmektedir (NRC 1996; Blaxter, 1992).
- Rasyonda ilave sıvı yağ kaynağı kullanımı genel olarak sütün kısa zincirli yağ asitleri oranı azalabilmektedir (Blaxter, 1992).

- Rasyonda ilave sıvı yağ kullanımında ham protein düzeyinin de optimum süt üretimi için uygun bir enerji protein dengesinin korunması için bir miktar yükseltilmesi gerekir. Çünkü yağ yapısal olmayan karbonhidratların yerini almış ve rumen mikroorganizmalarının enerji kaynağını eksiltmiştir. Bu da rumendeki mikroorganizmalar tarafından üretilen mikrobiyal protein sentezini düşürebilir. Özellikle proteinin by-pass özellikte olması proteinin kullanım etkinliğini yükseltmek için iyi bir yol olarak tavsiye edilmektedir (Schingoethe, 1997).
- Rasyonda ilave yağ kullanımı sırasında bazı besin maddelerinin miktarlarının yeniden düzenlenmesi gerekir. Kalsiyum düzeyinin kuru maddede %0.3'ün üzerine çıkarılması gerekir. Rasyon magnezyum düzeyinin kuru maddede %0.32'ün üzerinde tutularak kalsiyum/magnezyum dengesinin de korunması gerekmektedir (Blaxter, 1992).
- Yağlar kullanılırken dikkate alınması gereken bir diğer önemli konu da onların yağ asidi içeriğidir. Bitkisel sıvı yağlar gibi yüksek oranda doymamış yağ asidi içeriği olan yağlar ruminal fermantasyonu olumsuz yönde etkileyebilir ve süt yağında düşmelere sebep olabilir. Ayrıca süte gereğinden fazla doymamış yağ asidi geçerse bu sütte oksidasyon kokularının meydana gelmesine neden olabilmektedir (Blaxter, 1992; Schingoethe, 1997).
- Bazı yağ kaynaklarında ise lezzet kaybı ve işleme problemleri mevcuttur. Ancak yeni nesil granül yağlarla bu sorunların tamamı ortadan kalkmıştır. Yeni nesil by-pass yağlar karakter özellikleri nedeniyle rumene girdiklerinde rumen bakteriyel florasında faaliyet göstermeyip rumen sıvı içerisinde hareketsiz kalıp çözünmezler. Bu nedenle bitkisel sıvı yağlar gibi lifli materyalleri bağlama, mikroorganizma hareketlerini engelleme ya da işlevlerini alıkoyma gibi olumsuz özellikleri yoktur (Schingoethe, 1997).

1.2.3. Rasyona Yağ İlavesinin Avantajları

Laktasyondaki süt sığırlarının rasyonlarında yağ kullanılması toplam enerji tüketimini artırarak süt veriminin tedricen artmasına sebep olabilmektedir. Yapılan araştırmalarda, dane yem içeren rasyonlarda %5 seviyesinde ilave edilen yağın, birinci laktasyonda ve birden çok laktasyona sahip süt sığırlarında yağa göre düzeltilmiş süt veriminin %5 artırdığını göstermiştir. Yapılan çalışmalardan özetle, rasyona yağ ilavesiyle

laktasyonun ilk yarısında süt veriminde belirgin bir artış olduğu bildirilmiştir (Palmquist, 1983).

Rasyonda yağ kullanmanın diğer bir faydası, rasyonda besin maddelerinin aynı anda uygun bir optimizasyonun sağlanmasıdır. Rasyonların bir miktar yağ içermesi rumen fonksiyonlarının normal rumen pH'sı ve sindirim için uygun bir ortam sağlanması için yeterli miktarda selüloz bulunması gereklidir ve yağ kullanımı rasyon formülasyonunda gerekli kolaylığı sağlar. Sığırlar yüksek miktarlarda nişasta tükettiklerinde vücutları aşırı yağlı olmakta ve daha düşük yağlı süt üretmektedirler ki bu durum kan glukoz ve insulin seviyesinin artışının bir sonucu olabilmektedir (glukojenik tepki). Rasyonda enerji kaynağı olarak yağın nişastaya tercihen kullanılması, selülozun sindirimini arttırabileceği gibi glukojenik tepkiyi minimuma indirdiği bildirilmiştir (Palmquist, 1978).

Rasyonda yağ kullanımıyla enerjinin metabolik etkinliği artmakta ve bu yağın direkt süt yağına girmesinden dolayı küçük moleküllerden yağ sentezi için ihtiyaç duyulan enerjiden tasarruf edilmektedir. İkinci olarak, enerji için okside olan asetat yerine yağ tercih edildiğinde oksidasyon etkinliği %10 kadar artmaktadır. Laktasyondaki sığırlarda enerji tüketiminin %15'i yağlardan sağlandığı zaman, enerjinin kullanım etkinliğinin önemli miktarda arttığını bildirmiştir. Ayrıca yağın laktasyon net enerjisi etkinliğinin protein ve karbonhidratlarca zengin yemlere nazaran üç kat daha büyük olduğunu bildirilmiştir (Şenköylü 2001; Grummer 1992).

Başka bir araştırmada canlı ağırlığı normalden düşük olan ve ilk kez doğum yapacak düvelerde, yem tüketimini kısıtlayan sık yerleşme, hayvan başına yemlik mesafesinin sınırlı olması, yemliklerde yeterli yem bulunmadığında, kuruda kalma süresi kısa olan çok yüksek verimli süt sığırı rasyonlarında, havalandırma ve ahır planlamasının uygun olmadığı durumlarda ve sıcak çevre şartlarında rasyonlara yağ katılmasını faydalı olabileceği belirtilmiştir (Sniffen ve Chase 1987).

1.3. Literatür Çalışması

Siyah alaca ineklerin rasyonlarına çiya katkısının toplam yağ, kolesterol ve süt yağ asidi profiline olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, süt yağının yağ asit kompozisyonundaki değişikliklerin çiya katkısıyla olduğu ortaya çıkmış, linoleik ve

linolenik yağ asit içeriğinin arttığı, doymuş yağ asidi/ çoklu doymamış yağ asidi oranının iyileştiği belirtilmektedir (Averza ve Coates 2006).

Keçiler ile yapılan başka bir çalışmada farklı düzeylerde (%0, %2.7 ve % 5.5) çiya tohumu ile beslenen sütlerindeki yağ asidi profilleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada araştırmacılar çiya tohumunun yüksek düzeyde rasyona ilavesinin *in vitro* rumen fermantasyonunu olumsuz yönde etkilediğini bunla beraber sütteki stearik asitin (C18:0) yağ asidi içeriğinde artış olduğu belirtmektedir. Ayrıca toplam CLA miktarının çiya katkılı gruplarda %0.33'ten %0.73'e yükseldiği bildirilmiştir (Schettino vd. 2017).

Yapılan bir analizde araştırmacılar işlem görmemiş çiya tohumunun %6.16 nem %34.84 yağ, %18.21 protein, %4.16 kül, %23.12 selüloz ve %14.18 azot içerdiğini; çiya tohumunun iyi bir protein, yağ ve selüloz kaynağı olduğunu belirtmişlerdir (İmran vd. 2016).

Ruminat hayvanların etlerinde bulunan omega-3, omega-6 ve özellikle CLA düzeyinin artırılması amacıyla yapılan farklı çalışmalarda, ruminant rasyonlarına bu yağ asitlerini içeren yağların ya da direkt olarak bu yağ asitlerinin korunmuş formlarının ilavesinin korunmamış formlarından daha etkili olduğu ve daha kısa sürede bu yağ asitlerinin hayvansal dokulardaki düzeylerinin artırılabilirdiği belirtilmiştir (Gillis vd. 2004; Perfield vd.2002).

Kuzular üzerinde yapılan çalışmada korunmuş CLA'nın %60'ının korunmamış CLA'nın %8.5'inin duedonuma ulaştığı, korunmuş CLA katkısı ile yağ dokusu, karaciğer ve ette CLA düzeyinin önemli oranda arttığı belirtilmektedir (Wynn vd. 2006).

Besi sığırlarının rasyonlarına 70 günlük besi süresi boyunca korunmuş ve korunmamış ayçiçeği ve keten tohumu yağı ilave edilerek yapılan bir çalışmada; ayçiçeği ve keten tohumu yağının korunmuş formlarının kan plazması, linoleik asit, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve PUFA/SFA düzeyini korunmamış formlarına göre artırdığı bildirilmektedir (Scislowski vd. 2005).

Süt ineklerinin günlük rasyonlarına linoleik ve linolenik asit bakımından zengin yağların (kanola, soya, keten tohumu) korunmuş formlarının rasyona ilave edilmesinin

sütteki linoleik ve linolenik asit düzeyini arttırdığı, sadece korunmuş keten tohumu yağı ilavesinin (%4.0 KM) süt yağındaki linolenik asit düzeyini arttırdığı belirtilmektedir (Chouinard vd. 2001; Dhiman vd. 2000).

Süt keçileri üzerinde yapılan çalışmada rasyona soya fasulyesi yağı ilavesi ile keçilerin laktasyon performansı, süt yağ asidi içeriği ve CLA üzerindeki etkilerini incelenmiş, kontrol grubu ile soya fasulyesi yağı ilave edilen rasyonlarla beslenen keçiler de araştırma sonucunda soya fasulyesi yağının kuru madde tüketimi, süt verimi, vücut ağırlığı ve vücut kondisyon puanı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında soya fasulyesi yağı ile beslemenin süt yağı içeriğini %4.57'den %5.24'e çıkardığı bildirilmektedir. Ayrıca soya fasulyesi yağının süt proteini üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı ancak süt kazein içeriğini azalttığını (%2,28'ten %2,34'e) bildirilmiştir. Öte yandan rasyona soya fasulyesi yağının ilavesi ile süt keçilerinin beslenmesi sonucunda sütteki kısa ve orta zincirli yağ asitleri azalırken, uzun zincirli yağ asitleri artmıştır (Bouattour vd. 2008).

Yapılan bir çalışmada 24 erkek Kacang yavru keçisini 16 hafta boyunca %3 kanola ve palm yağı içeren 2 farklı rasyonla serbest bir şekilde beslenmiştir. Buna göre; kanola yağı takviyesi böbrek yağını azaltmış, linolenik asit konsantrasyonunu arttırmıştır. Palm yağı ilavesinin kandaki miristik (14: 0) ve palmitik (16: 0) asit içeriğini arttırdığını ancak kasda bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Kanola yağının keçilerin rasyonuna ilave edilmesinin kas omega-3 yağ asidi içeriğini arttırdığı ancak kanda ve kasda lipid oksidasyonunu azalttığı bildirilmektedir. Sonuç olarak %3 kanola yağı takviye edilmiş rasyonun %3 palm yağı takviye edilmiş rasyona kıyasla et ve yağ asidi profilinde ve oksidatif stabilitede daha iyi bir iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Genel olarak bir enerji kaynağı olan kanola yağının rasyonda kullanımı keçi eti kalitesini artırarak, kaslardaki omega-3 yağ asidi konsantrasyonunu önemli ölçüde artırırken diğer taraftan lipid oksidatif maddeleri azaltarak onu daha sağlıklı bir ürün haline getirdiği bildirilmektedir (Karami vd. 2013).

Palm, soya fasulyesi ve balık yağı kullanılarak 24 erkek Mahabadi keçisi üzerinde yapılan deneme de canlı ağırlıklarına göre gruplara ayrılmış ve serbest olarak 84 gün boyunca beslenmiştir. Buna göre farklı yağ kaynaklarının besi performansı ve karkas kalitesine etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Soya fasulyesi ilave edilen rasyon ile

beslenen grubun 16:0 ve 18:0 konsantrasyonlarının azaldığı ve kaslardaki 18:2, 18:3 ve PUFA/SFA oranının arttığı belirtilmektedir. Balık yağı ile beslemede ise 20:5 n-3 ve 20:6 n-3 konsantrasyonlarını arttırdığı ve kaslarda n-3/n-6 oranını düşürdüğü bildirilmiştir. Sonuç olarak balık yağı kullanımının etin tadım özelliklerini ve rengini değiştirmeden keçi etinde sağlık açısından uzun zincirli omega-3 yağ asidi içeriğini ve n-6/n-3 oranını iyileştirmek için bir beslenme stratejisi olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (Najafi vd. 2012).

Kanül takılmış olan 5 koyun sırasıyla kontrol peleti, kontrol + korumasız ton balığı yağı ve kontrol + korumalı (form aldehit + kazein) ton balığı yağı rasyonları kullanılmıştır. Ton balığı yağı miktarı rasyonlarda kuru maddenin %3'nü oluşturmuş ve 12 gün boyunca beslenmeye tabi tutulmuşlardır. Kontrol+korumasız ton balığı yağı ile beslenme sonucu kuru madde tüketiminde önemli ölçüde azalma meydana gelirken ton balığı yağı ile beslenme sırasında abomasumdaki eikosapentaenoik asit seviyesi kontrol+korumasız ton balığı yağı ile beslenmede ölçülenin iki katı olarak (kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin %0.61'ine karşı %1.30 bildirilmiştir. Abomasumdaki DHA seviyesi kontrol+korumasız ton balığı yağı ve ton balığı yağı ile beslenme dönemleri arasında önemli ölçüde farklılık göstermediği ve her iki ton balığı yağı takviyesinin hem rumen hem abomasumda 18:1 *trans* düzeylerini ve 10-hidroksistearik asit (10-HSA) olarak tanımlanan bir yağ asidi türevinin düzeylerini önemli ölçüde artırdığı bildirilmektedir. Sonuç olarak korumalı ton balığı yağının kuru madde alımını önemli ölçüde azalttığı ayrıca ruminal metabolizma ile etkileşimini gösteren 18:1 *trans* izomer ve yağ asitleri türevlerinin (10-HSA) oranını arttırdığı bildirilmektedir (Kitessa vd. 2001).

Yapılan bir çalışmada kolza tohumu yağının rasyona ilave edilmesi ve balık yağı ile kısmen değiştirilmesinin kuzuların rumen içeriğini, seçilmiş dokularındaki biyohidrojenasyon ürünlerini, ara ürünleri ve CLA profilini etkileyip etkilemediğini değerlendirilmiştir. Buna göre otuz Corriedale erkek kuzu 5 gruba ayrılıp 35 gün izonitrojen ve izo-enerjik rasyonlarla beslenmiştir. Uygulanan rasyonun rumende lipid dönüşümünü önemli ölçüde etkilediği, kolza tohumu yağının balık yağı ile değiştirilmesinin tüm örneklerde konjuge olan ara ürünlerden daha büyük ölçüde konjuge olmayan ara ürünleri etkilediği bildirilmektedir. İnorganik form ve organik kimyasal formun femoral kaslarda konjuge yağ asitleri ve kadmiyum birikimini

uyarırken, kuzu karaciğerindeki konjuge biyohidrojenasyon ara maddelerinin içeriğini azalttığı belirtilmektedir. Buna göre, izomerizasyon ve biyohidrojenasyonun selenyum bileşikleri tarafından güçlü bir şekilde etkilendiğini belirtmişlerdir. Etkileşim, bu bileşiklerin kimyasal formuna bağlı olarak değişim göstermiş, organik kimyasal form hem linoleik hem de linolenik asitin izomerizasyonunu güçlü bir şekilde etkilemiş ancak inorganik formun, linoleik asitin biyohidrojenasyonunu değiştirdiğini belirtilmiştir. Böylece fitokimyasalların yanı sıra selenyum bileşiklerinin de modifiye etme kabiliyetine sahip oldukları sonucuna varılmıştır (Bialek vd. 2018).

Yapılan bir çalışmada her biri rumen kanülü takılan 5 Merinos koyunu kullanmış ve ayrı bölmelerde tutulmuştur. Kontrol grubu, 30g/kg KM, balık yağı, soya fasulyesi yağı ve Ayçiçek yağı içeren rasyonlarla yapılan beslemede, kontrol diyetine göre ayçiçeği yağı ilavesinin ortalama rumen pH, amonyak, laktik asit ve uçucu yağ asitlerinin konsantrasyonları üzerine hiçbir etkisi olmadığı belirtilmekte ayrıca ayçiçek yağı katkılı diyetin *in vitro* ruminal fermentasyon üzerinde etkisi olmadığı bildirilmektedir. Sonuç olarak rasyona soya fasulyesi yağı ve balık yağı ilavesinin rumen fonksiyonu üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Torral vd. 2010).

Süt keçileri üzerinde yapılan denemede 3 ayrı yağ grubu sırasıyla; yüksek oleik ayçiçek yağı, normal ayçiçek yağı ve keten tohumu yağı olmak üzere rasyonlara ilave edilerek kullanılmıştır. Kuru madde tüketimi ve canlı ağırlığının rasyona ilave edilen yağ gruplarından etkilenmediği bildirilmektedir. Yüksek oleik içerikli ayçiçek yağı ilave edilmiş rasyon ile beslemede süt üretiminin daha yüksek olduğu bununla birlikte normal ayçiçek yağı ve keten tohumu yağı ilave edilen rasyonların ise süt yağ içeriğinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Normal ayçiçek yağı ve keten tohumu yağı katkılı rasyonların, süt yağındaki vaksenik asit ve rumenik asit oranını, yüksek oleik ayçiçek yağı katkılı rasyona göre daha fazla arttırdığı belirtilmektedir. Bunlara karşılık oleik asit (C18:1) içeriğinin tüm rasyonlarda düşük kaldığı bildirilmektedir. Kontrol diyetiyle karşılaştırıldığında, süt yağındaki n-6 ve n-3 yağ asidi oranları keten tohumu yağı ile önemli ölçüde azaldığı, normal ayçiçek yağı ile arttığı ve yüksek oleik ayçiçek yağı ile değişmediği bildirilmiştir (Marin vd. 2011).

Soya fasulyesi yağının, besiye alınan kuzuların kuru madde tüketimi, büyüme, karkas özellikleri ve etin yağ asidi profili üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla beş

farklı rasyon 50 Santa Ines erkek kuzuda kullanılarak yapılan bir çalışmada kullanılan rasyonlar sırasıyla: (1) 10:90 oranlı kontrol yemi, (2) 40 g /kg soya fasulyesi yağı (0 soya fasulyesi yağı) ile desteklenmiş kontrol yemi, (3) 2,5 g/kg balık yağı karışımı +37,5 g /kg soya fasulyesi yağı (25 soya fasulyesi yağı) ile desteklenmiş kontrol yemi, (4) 5 g/kg balık yağı + 35 g/kg soya fasulyesi yağı ile desteklenmiş kontrol yemi (50 soya fasulyesi yağı) ve (5) 7,5 g/kg balık yağı 32.5 g /kg soya fasulyesi yağı (75 soya fasulyesi yağı) ile desteklenmiş kontrol şeklindedir. Kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerinin tüm rasyonlar için benzer özellik gösterdiği ve stearik asit konsantrasyonunun kontrole göre yağlı rasyonlarla beslenen kuzularda daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte soya fasulyesi yağının yerini balık yağı aldığı anda stearik asit konsantrasyonunda azalma meydana geldiği belirtilmekte ve kontrol grubuna kıyasla yağlı rasyonlarla beslenen kuzularda vaksenik asit konsantrasyonunun daha yüksek olduğu bildirilmektedir. CLA'nın (C18:2 *cis*-9, *trans*-11), kontrole kıyasla balık yağı içeren rasyonlarla beslenen hayvanların etinde daha yüksek oranda bulunduğu ancak soya fasulyesi yağı ilavesinden içeriğinin etkilenmediği bildirilmektedir. Soya fasulyesi yağı + balık yağı karışımı ile beslemek CLA (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) konsantrasyonu üzerinde ek bir etki yaratmadığı belirtilmektedir. Bununla birlikte 7.5 g/kg kuru madde balık yağı karışımı ile 32.5 g/kg kuru madde soya fasulyesi yağı karışımı tavsiye edilmiş neden olarak da etin lipit profilini, vaksenik asidi, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) konsantrasyonunu artırarak iyileştirmesi gösterilmiştir (Ferreira vd. 2014).

Nubian keçileri üzerinde yapılmış olan çalışmada keten tohumu yağı ve ezilmiş keten tohumu kullanımının süt yağ asidi profili üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Buna göre 500g yonca ve 500g konsantre yem içeren kontrol grubu, %37.5 yağ içeren 50 g ezilmiş keten tohumu ile oluşturulan grup ve 20ml keten tohumu yağı içeren gruplar şeklinde 3 farklı rasyon hazırlanmıştır. Sonuç olarak keten tohumu yağının rumen pH'sını ve asetat oranını düşürdüğü, keten tohumu ve yağının toplam uçucu yağ asidi miktarını ve propiyonat konsantrasyonu oranını arttırdığı bildirilmiştir. Keten tohumu yağının selüloz sindirilebilirliği üzerine bir etkisi olmadığı ancak ezilmiş keten tohumunun sindirilebilirliğinin arttığı belirtilmektedir. Keten tohumu yağı ve ezilmiş keten tohumunun süt üretimini ve verimini arttırdığı ancak süt yağı içeriğini azalttığı ifade edilmektedir. Bunların yanı sıra ezilmiş keten tohumu ve keten tohumu yağının sütte

doymuş yağ asidi oranını düşürdüğü, doymamış yağ asitlerini ve CLA konsantrasyonunu arttırdığı bildirilmektedir. Sonuç olarak keten tohumu yağının ve ezilmiş keten tohumunun süt yağ asidi kompozisyonunu değiştirdiği, ayrıca ezilmiş keten tohumunun, keten tohumu yağına tercih edilebileceği önerilmiştir (Kholif vd. 2018).

Yapılan bir çalışmada çoklu doymamış yağ asidi kaynaklarının (soya fasulyesi yağı, keten tohumu yağı ve balık yağı) besin madde sindirilebilirliği, süt kompozisyonu ile kan ve sütte plazmasındaki çoklu doymamış yağ asidi profiline etkisini incelenmişlerdir. Kontrol rasyonu (425g/kg KM mısır ek yağ yok) ve 20g/kg KM mısır yerine soya fasulyesi yağı, keten tohumu yağı ile 20g/kg KM mısır ikame eden balık yağı ile bir rasyon uygulanmıştır. Çoklu doymamış yağ asidi kaynakları ile mısır ikamesinin besin madde sindirimini ve süt kompozisyonunu etkilemediği, balık yağı kullanılan rasyonda vaksenik asit ve rumenik asitlerin plazma konsantrasyonunun güçlü bir şekilde arttığı bildirilmiştir. Soya fasulyesi yağı ve keten tohumu yağı takviyesi arteriyel kan plazmasındaki çoklu doymamış yağ asidinin profilini değiştirdiği ancak sütte sadece linoleik ve linolenik asit düzeylerinin arttığı belirtilmiştir (Almeida vd. 2019).

Yapılan bir çalışmada araştırmacılar kanola yağı ile beslemenin keçi sütündeki bileşenler, CLA ve uzun zincirli yağ asitleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kontrol (yağ yok), %2 (40g), %4 (80g) ve %6 (120g) olmak üzere 4 farklı rasyon uygulamışlardır. Süt yağı yüzdesinin sırasıyla kontrol ve %6 yağ içeren diyetlerde en yüksek ve en düşük bulunduğu bildirilmiştir. Kanola ile yemlemenin süt verimi, protein ve laktoz yüzdesi ile C18:2 ve C18:3 yağ asitlerinin üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Sütteki CLA seviyesinin 10.35'ten 19.42'ye yükseldiği belirtilmiştir. Arttırılarak verilen kanola yağı sonucunda C18:1 ile orta ve kısa zincirli yağ asitleri ve C16:0'da azalma olduğu bildirilmiştir. Kanola yağı ilavesi ile beslenen keçilerde daha yüksek katma değere sahip ürünler elde edilebileceği tavsiye edilmiştir (Mir vd. 1999).

Süt koyunlarında yapılan bir çalışmada 15 koyuna 20g balık yağ/kg kuru madde yağ takviyeli ve takviyesiz rasyon 5 hafta verilmiştir. Buna göre balık yağının rasyona katılması çoklu doymamış yağ asitleri içeriğini %36 oranında arttırdığı bildirilmiştir. Genel olarak balık yağı takviye edilmiş rasyonlarla beslenen, şiddetli süt yağı

depresyonunu gösteren koyunlarda *cis* 6+7 16: 1, *cis*-9, *trans*-11 CLA, *cis*-15 C22:1 ve C22:4n-3 konsantrasyonunu büyük ölçüde arttırdığı belirtilmektedir. Rasyon balık yağının C18:2n-6 ve C18:3n-3 ruminal konsantrasyonunu düşürdüğü ve bazı *trans*18:1, *cis*18:1 dahil olmak üzere çoğu 18 karbonlu biyohidrojenasyon ara maddesinin birikmesine yol açtığı bildirilmiştir (Frutos vd. 2018).

Ay çiçeği yağının diğer yağlarla olan etkileşimini, süt parametreleri üzerine etkisini ve CLA değerlerindeki değişiminin incelendiği bu çalışmada 4 ayrı diyet uygulanmıştır. Bunlar; kontrol, %1.5 ayçiçek yağı + %0.5 balık yağı, % 3 ayçiçek yağı + %0.5 balık yağı ve %4.5 ayçiçek yağı +0.5 balık yağıdır. Ayçiçek yağı/balık yağı ilavesinin ilk dönemlere kıyasla süt yağını azalttığı ancak süt proteinini ve laktoz seviyelerini etkilemediği bildirilmiştir. 10 günlük süre sonunda ise süt yağında tüm orta ve kısa zincirli doymuş yağ asitlerinde doğrusal bir düşüş meydana geldiği ancak toplam *trans*-18:1 ve toplam CLA'da artış yaşandığı belirtilmektedir. Diğer çoklu doymamış yağ asitlerin de bir değişim yaşanmadığı ifade edilmiştir. 38 gün boyunca yapılan beslemede *trans*-11 C18:1'in %1.5 ayçiçek yağı/balık yağı ile arttığı, %3 ayçiçek yağı/balık yağı ile sabit kaldığı ve %4.5 ayçiçek yağı/balık yağı ile düştüğü bildirilmiştir. %3 ayçiçek yağı/balık yağı oranının en iyi sonuç verdiği, *trans*-11 18:1 ve *cis*-9, *trans*-11 18:2 4,5 kat arttığı, toplam kısa zincirli doymuş yağ asitlerinin %18 azaldığı belirtilmiştir. %4.5 ayçiçek yağı/balık yağı katkılı rasyonun daha yüksek seviyelerde *trans*-11 18:1, *cis*-9, *trans*-1118:2, kısa zincirli yağ asitlerinde %28 azalma ve benzer seviyelerde diğer *trans* 18:1 (%9,2) ve CLA izomerleri (%0.52) üretildiği ancak yüksek *trans*-11 18:1, *cis*-9, *trans*-11-18:2 seviyelerinin uzun süre tutulmadığı belirtilmiştir. %0.5 çoklu doymamış yağ asitleri içeren diyetlerle stabil bir süt yağının elde edildiği bildirilmiştir (Cruz-Hernandez vd. 2007).

Nötr deterjan fiber kaynaklarının kuzu rasyonlarında kullanılmasının büyüme ve doymamış yağ asitleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, yirmi kuzuyu düşük nişasta ve benzer nötr deterjan fiber değerlerine sahip öğütülmüş yonca ve soya fasulyesi kabuğu ile beslenmişlerdir. Hayvanların yem tüketimi ve büyüme performansının etkilenmediği, rumen pH'nın arttığı ve parakeratoz yoğunluğunun azaldığı bildirilmiştir. Rasyondaki yonca oranının artması *t*-10 C18:1 değerinde azalma meydana getirirken, *t*-11 C18:1 değerinde ise artış meydana getirdiği bildirilmiştir (Santos-Silva vd. 2019).

In vitro olarak n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin rumendeki biyohidrojenasyondan korumasının amaçlandığı bir çalışmada keten tohumu yağı linolenik asit bakımından zengin bir kaynak olarak kullanılmış ve sodyum hidroksit ile işlem görmüş keten tohumu, formaldehit ile işlem görmüş keten tohumu, sodyum hidroksit, formik asit veya amonyum tetraformat, ksiloz ile önceden işlenmiş keten tohumu veya bir lif kaynağına emilmiş keten tohumu yağı ile karşılaştırılmış ve ek olarak bir de yağ eklenmemiş bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Yağ kaynakları enkapsüle edilip 6, 12, 24 ve 48 saatlik inkübasyon uygulanmıştır. Gaz üretim profilleri 18:3n-3 yüksek muameleler için yüksek iken balık yağında kontrol, balık yağı enkapsülasyonu, doymuş yağ, deniz yosunu ve lif kaynağı ile karşılaştırıldığında gaz üretiminin düşük olduğu bildirilmiştir. 18:3n-3'lük biyohidrojenasyon keten tohumu yağı, keten tohumu, formik asit, amonyum tetraformat, ksiloz ve bir lif kaynağına emilen keten tohumu yağı denemelerinde yaygın olup sodyum hidroksit ve formik asitte daha düşük olduğunu bildirilmiştir. Keten tohumunun sodyum hidroksit ya da formik asit kullanılarak ön işlemden geçirilmesi ve ardından formaldehit ile muamele edilmesinin ruminal mikrobiyal biyohidrojenasyona karşı en iyi korumayı sağladığı sonucuna varılmıştır (Sinclair vd. 2005).

Rasyonda *Cistus Ladanifer* bitkisinin kullanımının rumen metabolizmasında oluşan ara ürünlerin değişimi, biyohidrojenasyonunun ve rasyona etkisinin araştırıldığı çalışmada iki seviye *Cistus Ladanifer* (sakız kayası çiçeği) ve iki yağın karışımı (soya fasulyesi: keten tohumu, 1:2) kullanılmıştır. Buna göre 2 seviye *C.ladanifer* (50 g/kg KM'ye karşı 200 g/kg KM) ve 3 seviye yağ karışımı (0, 40, 80 g/kg KM) kullanıldığı belirtilmiştir. *C. Ladanifer*'in yüksek seviyelerde yağ ile kullanımının rumen ve abomasumdaki biyohidrojenasyon derecesini sırasıyla %44 ve %42'ye düşürme eğilimdeyken, 50g/kg KM içeren diyetlere yağ ilavesinin *C. Ladanifer* biyohidrojenasyonunun kapsamını etkilemediği ve tahmini bütünlüğün %70'ini oluşturduğu bildirilmiştir. Böylelikle en yüksek biyohidrojenasyon ara ürünü 200 g/kg KM grubunda olduğu belirtilmiştir. Yüksek düzeyde *C. Ladanifer* ve yağ verilmesi rumende ve abomasumda t10 C18:1 birikimine neden olduğu belirtilmektedir (Alves vd. 2017).

Yapılan bir çalışmada öğütülmüş keten tohumu, formaldehit ile muamele edilmiş keten tohumu yağı, ekstrüde edilmiş bütün keten tohumu ve DHA ile birleştirilmiş keten tohumu ile beslenen ineklerde çoklu doymamış yağ asitleri alımının, omasal çoklu

doymamış yağ asidi akışının ve plazma süt çoklu doymamış yağ asidi profillerinin ölçüldüğü ve C18:3n-3'ün ekstrüde edilmiş keten tohumu ile beslenen ineklerde biyohidrojenasyon derecesinin daha düşük çıktığı bildirilmiştir. Bununla birlikte bu ürünün yağ sindirilebilirliğinin daha düşük olduğu ve plazma süt C18:3n-3 oranlarını etkilemediği belirtilmiştir. Formaldehit ile muamele edilmiş keten tohumu yağı ile beslenen ineklerin diğer muamelelere kıyasla daha yüksek plazma ve süt C18-3n-3 oranları gösterdiği ancak süt yağının çoklu doymamış yağ asidi içeriğinin muameleler arasında bir farklılık göstermediği bildirilmektedir. DHA ile birlikte keten tohumu yağı ile beslenen inekler de ise omasum biyohidrojenasyon ara ürünlerinin ve plazma süt yağı oranlarının artış gösterdiği bildirilmiştir. Öğütülmüş keten tohumunun ise sütteki çoklu doymamış yağ asidi profilini arttırdığı bildirilmiştir (Sterk, 2011).

Formaldehit ile muamele edilmiş ayçiçeği tohumunun ve keten tohumunun sindirim, süt üretimi, kan ve süt yağ asitleri üzerindeki etkilerini belirlemek için Holstein cinsi orta laktasyondaki inekler üzerinde yapılan denemede, işlenmemiş tam keten tohumu, formaldehit ile işlenmiş keten tohumu, işlenmemiş tam ayçiçeği tohumu ve formaldehit ile işlenmiş ayçiçeği tohumu kullanılmıştır. Buna göre ayçiçeği tohumu ile beslenen hayvanlar ile keten tohumu ile beslenen hayvanların süt üretim miktarlarının benzer olduğu ve süt üretimini 2.65 kg/gün arttırdığı bildirilmektedir. Sütteki protein konsantrasyonunun keten tohumu ile beslenen ineklerde (%3.38), ayçiçeği tohumu ile beslenen ineklere (%3.21) göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Kuru madde sindiriminin tohum türünden etkilenmediği ancak formaldehit ile muamelede daha fazla olduğu belirtilmiştir. Yağ asitlerinin sindiriminin keten tohumuna göre ayçiçeği tohumunda daha fazla olduğu belirtilmiştir. Genel olarak formaldehit muamelesinin süt yağ asidi bileşimi üzerine etkisinin sınırlı olduğu bu durumda formaldehitin çoklu doymamış yağ asitlerini ruminal biyohidrojenasyona karşı koruma da çok etkili olmayabileceği belirtilmektedir. Elde edilen sonuca göre keten tohumunun ayçiçeği tohumuna kıyasla sütteki protein oranını arttırdığı belirtilmiştir (Petit, 2003).

Yüksek konsantre yem ile beslenen Nellore sığırlarında ruminal asidozu önlemek için kalsiyum kaynaklarının ve monensinin etkisini incelendiği çalışmada rasyonda bir kalsiyum kaynağı olarak kireçtaşı ve kalkerli alglerden türetilen ürün kullanılmıştır. Bu ürün monensin varlığında ve monensin yokken olmak üzere iki türlü rasyonda kullanıldığı bildirilmektedir. Eklenen kireç taşı, kalkerli alg ve monensin miktarı

sırasıyla 7.1 g, 7.4 g ve 30 mg KM olduğu bildirilmiştir. Kalsiyum kaynağının ve monensinin yem alımı ile kısa zincirli yağ asitlerinin konsantrasyonu üzerinde etkisinin olmadığı belirtilmektedir. Kalkerli algerle beslemede ortalama rumen pH'nın altında bir rumen ortamı ve daha iyi bir kan pH'sı olduğu bildirilmiştir (Carvalho vd. 2016).

Alglerin laktasyondaki ineklerde süt verimi, süt proteini, sütteki laktoz miktarını arttırabildiği ve laktasyon sürelerini uzattığı bildirilmiş aynı zamanda yağ asidi bakımından zengin alglerin süt yağını arttırdığı bildirilmiştir. Buzağılarda ise bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve karkas özelliklerinde iyileşme sağladığı bildirilmektedir. Koyunlarda kullanımında ise süt yağı ve süt ürünleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ifade edilmektedir. Son olarak yumurtacı tavuklarda yumurta sarısında ve kas dokusunda iyileşmeler sağladığı ayrıca pigment kaynağı olarak da kullanılabilceği bildirilmiştir (Christaki vd. 2010).

Kenevirin hayvan beslenmesinde kullanımının incelendiği bir çalışmada süt keçilerinde kenevir yağının kullanımının CLA değerini, çoklu doymamış yağ asitleri değerlerini ve süt yağını arttırdığı bildirilmiştir. Koyunlarda 180 g/gün kenevir tohumu ilavesinin CLA, linoleik asit ve linolenik asit değerlerini yükselttiği ve normale göre daha yüksek süt yağ oranı elde edildiği belirtilmiştir. İneklerde 143 g/gün kenevir tohumu ilavesinin, 233 g/gün ve 318 g/gün takviyelerine göre daha yüksek süt verimi sağladığı belirtilmiştir (Klir vd. 2019).

Kenevirin rasyon ile birlikte alımının süt üretimi ve yağ asidi profili üzerine olan etkisini incelendiği çalışmada kontrol diyeti, kenevir tohumu (180g/gün) ve kenevir küspesi (480g/gün) olmak üzere rasyonlar karşılaştırılmıştır. Kenevir katkısının enerjisi düzeltilmiş süt, yağı düzeltilmiş süt (%6.5), proteini düzeltilmiş süt değerlerini (%5.8) ve süt yağ verimini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. Kenevirin %49-66 oranında artan α -linolenik asit olmak üzere daha yüksek n-3 çoklu doymamış yağ asidi ürettiği bildirilmiştir. Kenevir ilavesinin ayrıca C18:1 *t*-11 (vakenik asit), CLA ve özellikle izomer *c*-9, *t*-11'de bir artış sağladığı bildirilmiştir. Kenevir küspesi grubu daha fazla süt α -linolenik asit ve vaksenik asit içeriği sağlamış ve keten tohumu grubuna göre daha fazla CLA ürettiği bildirilmiştir (Mierlita, 2018).

Koyunların besleme sisteminin (kapalı alanda ve yarı zamanlı otlatma) ve kenevir tohumunun rasyona ilavesi ile süt üretimi ve süt yağ asidi bileşenleri üzerine etkisinin

araştırıldığı çalışmada, kapalı alanda ve 1400 g kuru madde ot/gün otlama ve mera otlatma - 4saat/gün + 700 g KM saman/gün olarak yapılan beslemede, kenevir tohumu ilavesi (175 g/gün) ve kenevir tohumu olmadan tüm hayvanlar 700 g/gün konsantre yem olan rasyonlarla beslenmiştir. Mera beslemesinin çiğ süt üretimini, süt yağı, süt proteinini ve süt laktoz değerlerini arttırdığı, kenevir tohumu + mera otlatma beslemesinin yağa göre düzeltilmiş süt ve yağ verimini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. Süt protein içeriğinin rasyon türlerinden etkilenmediği, besleme + kenevir tohumunun kısa zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, orta zincirli çoklu doymamış yağ asitleri ve hiperkolesterolemik çoklu doymamış yağ asitleri oranını düşürdüğü belirtilmiştir. Kenevir tohumu ve yarı zamanlı otlatma kombinasyonu süt yağında en yüksek *c*-9, *t*-11 CLA, *t*-10, *c*-12 CLA ve *n*-3 çoklu doymamış yağ oranını ürettiği bildirilmiştir (Mierlita, 2016).

Kenevir tohumu ile zenginleştirilmiş bir rasyonla, (KM bazında %5) 32 gün boyunca beslenmiş koyunlardan elde edilen süt ve peynirin kimyasal özelliklerindeki üzerindeki değişimlerin incelendiği çalışmada, koyunların rasyonlarının kenevir tohumu ile zenginleştirilmesi laktoz konsantrasyonunu %4.69'dan %5.84'e yükselttiğini ancak süt yağı, protein, kazein ve ürede önemli bir fark gözlemlenmediği bildirilmiştir. Ayrıca elde edilen peynirlerde toplam yağ, protein ve kül miktarında herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir. Kenevir tohumu takviyesi koyunlarda enerji üretimini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Ianni vd. 2020).

Yapılan bir çalışmada α -linolenik asit bakımından zengin perilla yağı, perilla küspesi ve perilla yapraklarının yumurta sarısının α -linolenik asit içeriğine etkisi ve beslemedeki etkisi incelenmiştir. Dört hafta süren çalışma sonunda perilla tohumlarının yüksek α -linolenik asit içeriğine sahip yumurta üretiminde ekonomik olarak en avantajlı ürün olabileceği bildirilmiştir (Saito vd. 2002).

Yumurtacı tavuk rasyonlarına %8, %12, %16 ve %20 oranlarında perilla tohumu eklenmiş ve çoklu doymamış yağ asitleri ile bunların yumurta sarısındaki oranları incelenmiştir. Konsantrasyonlarının kontrol grubuna göre (17.03) sırasıyla %20.42, %23.61, %24.07 ve %24,62 'ye yükseldiği belirtilmiştir. Yumurta sarısında omega-3 yağ asidinin ise kontrol grubuna (%1,21, $P < 0.01$) göre % 6.88, % 8.72, % 9.86 ve %9.95'e yükseldiği bildirilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri/ kısa zincirli doymuş

yağ asitleri oranının kontrol grubunda 0.38'den 0.68'e yükseldiği ve toplam kolesterolde anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (Sumin vd. 2003).

Soya küspesi yerine perilla küspesi kullanımının broilerde büyüme performansı, et kalitesi ve etin yağ asidi profili üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada, toplam 60 adet bir günlük ROSS 308 civciv (başlangıçtaki ağırlık 44.8 g \pm 0.4 g) %0,5 (T1), %1 (T2) ve %2 (T3) kullanılmıştır. Beş hafta sonunda hayvanlar kesilerek göğüs ve but etleri toplanmıştır. T2 ve T3 gruplarının vücut ağırlıkları ve su tutma kapasitelerinin kontrol ve T1 gruplarına göre daha yüksek ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir. Uyluk etinin yağ asitleri kompozisyonuna bakıldığında T3 diyetiyle beslenen grupta diğer gruplara göre daha yüksek ($p<0.05$) linolenik asit içerdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak broyler diyetlerinde soya yerine %2 perilla tohumu küspesi kullanımı broylerde büyüme performansını, et kalitesini ve yağ asitleri bileşimini iyileştirebileceği bildirilmiştir (Oh vd. 2020).

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

Tez çalışması kapsamında kullanılan materyal ve yöntemler aşağıda detaylandırılmıştır.

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak 3 adet omega-3 bakımından zengin farklı yağ kaynakları kullanılmıştır. Bunlar;

1. Keten yağı (*Linum usitatissimum*)
2. Çiya yağı (*Salvia hispanica*)
3. Alg yağı (DHA gold)

Kullanılan materyallerden keten ve Çiya yağı serbest piyasadan tohum olarak satın alınmış ve ardından soğuk sıkım yağ cihazında yağları çıkarıldıktan sonra analizlerde kullanılmıştır. Alg yağı ise bir yem katkı maddesi firmasından katkı maddesi olarak kullanılan DHA gold (DSM yem katkı maddeleri) olarak temin edilmiştir. Elde edilen yağlar %1, %2 ve %3 olacak şekilde bazal bir rasyona ilave edilmiş ve *in vitro* biyohidrojenasyon oranları belirlenmiştir.

Çalışmada hayvan materyali olarak 4 adet kanüllü keçi kullanılmıştır. Hayvanların cinsiyeti erkek ve ortalama canlı ağırlıkları ise 55 ± 1.2 kg'dır. Hayvanların beslenmesinde %60 kaba, %40 kesif yem olacak şekilde bir bazal rasyon hazırlanmıştır. *In vitro* inkübasyonda da bu bazal rasyon kullanılmış ve yağlar bu rasyona ilave edilmiştir.

Tablo 2. *In vitro* denemede oluşturulan muamele grupları

Yağ kaynağı	Rasyonda kullanılan doz	Numune sayısı
Keten(<i>Linum usitatissimum</i>)	%1, 2 ve 3	5 tekerrür x 3 doz = 15
Çiya (<i>Salvia hispanica</i>)	%1, 2 ve 3	5 tekerrür x 3 doz = 15
Alg yağı (DHA gold)	%1, 2 ve 3	5 tekerrür x 3 doz = 15

2.2. Yöntem

2.2.1. *in vitro* inkübasyon yöntemi

Elde edilen tüm yağlar *in vitro* inkübasyonunun ardından biyohidrojenasyonlar belirlenmiştir. Her bir yağ kaynağı oluşturulan bazal rasyona katılmıştır. Bazal rasyon ise kanüllü keçilerin besin madde ihtiyaçları dikkate alınarak yapılan rasyon formülasyonuna göre oluşturulmuştur. İnkübasyonda kullanılan rasyon ile rumen sıvısının elde edildiği kanüllü hayvanların tükettiği rasyon aynıdır. Rasyona ilave edilen katkıları, dozları ve tekerrür sayıları Tablo 2 'de verilmiştir. Tabloda gösterildiği gibi her bir muamele grubu oluşturduktan sonra *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak toplamda kör ve standartlar hariç 45 cam şişe kullanılmıştır. İnkübasyonlarda 3 adet kör, 2 adet standart (kuru yonca otu) kullanılmıştır. Bu şekilde 5 defa inkübasyon sonucunda tüm muamelelerden 5 adet tekerrür elde edilmiştir.

- Rumen sıvısı denemeye başlamadan önce 21 gün adaptasyon periyodunun ardından sabah yememesinden önce kanüllü hayvanlardan rumen sondası kullanılarak alınmıştır. Her hayvandan alınan rumen sıvısı eşit oranda karıştırılmıştır. Alınan rumen sıvısı 4 katlı bez peynir torbasından geçirildikten sonra 1:9 oranından yapay tükürük ile karıştırılmış ve inkübasyon sıvısı oluşturulmuştur. Bu inkübasyon sıvısından 0, 3, 6, 12 ve 24. saatlerde örnekleme yapılmış yağ asidi profili ve fermantasyon parametreleri belirlenmiştir.
- 250 ml'lik cam şişelere (pyrex) 300 mg yem örneği tartılmıştır. Üzerine hazırlanan inkübasyon sıvısından 200 ml ilave edilmiş ve 39°C'de su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. 0, 3, 6, 12 ve 24. saatin sonunda yağ asidi profili ve fermantasyon parametrelerinin belirlenmesi amacıyla inkübasyon sıvısından örnek alınmıştır.

- İnkübasyonda rumen sıvısı yağ asitleri, yemdeki başlangıç yağ asitleri ve inkübasyon sonrası yağ asitleri karşılaştırılmıştır. Biyohidrojenasyonun belirlenmesinde temel oluşturan yağ asitleri bireysel olarak değerlendirilmiştir. Bunlar: 18:0, 18:1, 18:2 ve 18:3 yağ asitleri ve CLA gibi ara ürünlerdir. Biyohidrojenasyonun hesaplanması Sinclair ve ark. (2005) tarafından bildirilen yöntemle yapılmıştır. Her bir yağ asidi için aynı formül kullanılmıştır.

Biyohidrojenasyon oranı (%) = $100 - 100 \left[\frac{\text{inkübasyon sonrası yağ asidi oranı} - \text{rumen sıvısı yağ asidi oranı}}{\text{ilave edilen yağ asidi oranı}} \right]$

2.3. Yapılan Analizler ve Yöntemleri

2.3.1. Hazırlanan rasyonda yem hammaddelerinin besin madde analizleri

Kuru madde (KM), ham protein (HP), ham kül (HK), ham yağ (HY) ve Ham protein (HP) analizleri AOAC (1995)'de belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Ham selüloz (HS), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) analizleri ise Van Soest vd. (1991) ile Goering ve Van Soest (1975)'a göre yapılmıştır.

2.3.2. Yağ, yem ve rumen sıvısında yağ asitleri kompozisyonu analizi

Öncelikle tüm numuneler freze-dryer (liyoofilizatör) kullanılarak kurutulmuş, ardından yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Bu amaçla 0.375 g kurutulmuş örnek 15 ml kloroform-metanol (2:1 vol/vol) ve 375 µL saf su ile karıştırılmıştır. (Folch vd. 1957). Daha sonra bu ekstrakt süzülüş ve 2.2 ml saf su ilave edilerek 800* g devirde santrifüj edilmiş ve üst fazdan örnek alınmıştır. Alınan bu örnekte tekrar yıkama işlemi yapılmıştır (30 ml kloroform, 480 ml methanol ve 470 ml NaCl solüsyonu (7.3g/L su)). Yıkama işleminin ardından yağ içeren fazdan yaklaşık 3 ml alınarak diğer çözücülerin uzaklaştırılması amacıyla tekrar santrifüj edilmiş ve yağ saflaştırılmıştır.

Ekstarakte edilen yağ numunelerinden 0,1-0,3 g arası tartılarak üzerine 0,5 ml 2N metanollü KOH çözeltisi eklenmiştir. Bu çözelti 10 ml'ye hekzan ile tamamlanmıştır. Daha sonra bu karışım santrifüj cihazında 4000 devirde 10 dk. boyunca santrifüj edilmiştir. Süre sonunda tüp santrifüj cihazından alınmış ve tüp içerisindeki çözeltinin üst fazından 1 ml alınarak viallere konulmuştur (Fritsche ve Steinhart, 19989).

Yağ ekstraksiyonu yapılan ve esterleştirilerek viallere alınan tüm numuneler Gaz Kromatografi cihazının otosamplerına yerleştirilerek her bir vialden 1µl çözelti gaz kromatografisi enjeksiyon yapılmış ve yağ asidi profil belirlenmiştir. Bu amaçla FAMEs ve CLA (AOAC 996.06 Standard, FAME Mix cat. # 35077 ve KLA standart cat # 16413) standartları kullanılmıştır. Yağ asitleri analizi, Shimadzu GC 2010 Plus cihazında, alev iyonizasyon dedektörü ve kapiler kolon (100 m x 0.25 mm ID x 0.250 µm (cat.# 13199)) kullanılarak yapılmıştır. Enjeksiyon: 2.0 µL split (split ratio 200:1), 4mm inlet liner (cat.# 20814), enjeksiyon sıcaklığı : 225°C , Taşıyıcı gaz : Hidrojen , Akış hızı : 1.2 mL/dk., Fırın sıcaklığı.: 100°C'den (4 dk) 240°C 'ye (10 dk) 3°C /dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Gaz kromatografi analizi sonucu yağ asitleri kompozisyonu % olarak ifade edilmiştir.

2.3.3. *In vitro* inkübasyon

In vitro biyohidrojenasyonun belirlenmesinde Theodorou vd. (1994) tarafından bildirilen metottan yararlanılmıştır. Öğütülen örnekler 300 mg tartılmış ve daha önceden 39°C'de ısıtılan ve karbondioksit basılmış cam şişelere (250 ml'lik pyrex) konulmuştur. Kör okumaları için her bir inkübasyona 3 adet boş şişe, standart okumalar için 2 adet öğütülmüş kuru yonca otu tartılmış şişe konulmuştur. Her bir şişeye 200 ml buffer/rumen sıvısı (90:10, v/v; ph: 6.7) ilave edilmiştir. Buffer çözeltide 0.1 ml mikromineral çözelti (g/l: 13.2 CaCl₂. 2H₂O, 10.0 MnCl₂.4H₂O, 1.0 CoCl₂.6H₂O ve 8.0 FeCl₃.6H₂O), 200 ml buffer (g/l: 4.0 NH₄CO₃, 35.0 NaHCO₃), 200 ml makro mineral çözeltisi (g/L: 0.625 sistin-HCl.H₂O) ve 10 ml anaerobik indikatör (0.02 g/l rezazürin) karıştırılıp, 1000 ml'ye tamamlanarak çözelti kaynatılır ve CO₂ altından soğutulularak çözelti hazırlanmıştır.

Hazırlanan şişeler karbondioksitle muamele edilip kapatıldıktan sonra özel yapılmış 60'lı su banyosuna konulmuştur. Gaz üretimine bağlı olarak her üç saatte bir gaz çıkışına müsaade etmek amacıyla kapaklar açılmış, tekrar karbondioksitle muamele edilerek kapak kapatılmıştır. İnkübasyonun ardından şişe içeriğinde sindirimin sonlandırılması amacıyla soğuk su banyosunda bulunan plastik tüplere aktarılmış ve liyofilizatöre (toz hale getirilmesi amacıyla kullanılmıştır) konulana kadar derin dondurucuda (-18°C) muhafaza edilmiştir.

2.3.4. Rumen sıvısında fermantasyon parametrelerinin belirlenmesi

Elde edilen rumen sıvıları derhal pH'sı ölçülmüş ve buzlu suya konularak sindirime devam etmesi engellenmiştir. Rumen sıvısı numunelerinde uçucu yağ asitleri konsantrasyonunun ölçülmesi için Erwin vd. (1961)'nin metodu kullanılmıştır. Buna göre her numuneden 5 ml alınarak iki damla doymuş HgCl₂ ilave edilerek fermantasyonu durdurulmuştur. Bundan sonra 1ml %25'lik metafosforik asit ilave edilerek iyice karıştırıldıktan ve on dakika bekletildikten sonra, dakikada 5,000 devir hızda 10 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra şırınga ucu filtreden (0,45µ) geçirilerek viallere konulmuş ve Gaz Kromatografi cihazına enjekte edilinceye kadar buzlu suda muhafaza edilmiştir. Gaz Kromatografide asetik, propiyonik ve bütirik asit standartları farklı konsantrasyonlarda hazırlanarak standart eğri oluşturulmuştur. Daha sonra analiz sırasında tutulma zamanlarına göre isimlendirilmiş ve standart eğriden hesaplanan değerle karşılaştırarak rumen sıvısında bulunan miktarda % olarak hesaplanmıştır.

2.4. İstatistiki analizler

In vitro çalışmalardan elde edilen veriler her bir yağ grubu ayrı değerlendirilmiştir. Her bir grup yağ içermeyen kontrol grubu ve 3 doz şeklinde toplamda 4 muamele ve 5 tekerrürlü olarak one-way-anova ile SPSS (Ver. 22, 2013, Chicago) paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıkların tespiti için Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistiki önem düzeyi $P < 0.05$ kabul edilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 Keten tohumu yağı *in vitro* ruminal biyohidrojenasyonu

Çalışmada kullanılan bazal rasyonun ve keten tohumu yağına ait yağ asidi kompozisyonu Tablo 3'te verilmiştir. Bazal rasyon yonca kuru otu, arpa, mısır ve soya fasulyesi küspesinden oluşturulmuştur. Rasyon yağının %75'i doymamış yağ asitleri içermekte ve çoklu doymamış yağ asidi oranı yüksek olmasına rağmen omega-3 oranı oldukça düşüktür. Bu durum omega-6 ile omega-3 oranını artırmaktadır. Keten tohumu yağı %90'dan fazla doymamış yağ asitleri oluşturmakta ve bu yağ asitlerinin %50'den fazlasını omega-3 yağ asitleri oluşturmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri oranı ise %70'in üzerindedir. Keten tohumu yağının omega-6 ile omega-3 oranı 0.27 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Denemede kullanılan keten tohumu yağının yağ asitleri kompozisyonu.

Yağ asitleri, g/100 yağ	Kontrol rasyonu	Keten tohumu yağı
(C16:0) Palmitic Acid	18.56	5.41
(C18:0) Stearic Acid	5.66	4.30
(C18:1n9c) Oleic Acid	28.24	17.41
(C18:2n6c) Linoleic Acid	40.78	15.63
(C18:3n3) a-Linolenic Acid	4.04	57.25
SFA	24.23	9.71
UFA	75.77	90.29
MUFA	30.95	17.41
PUFA	44.82	72.88
n-6/n-3	10.09	0.27

Bazal rasyona keten tohumu yağının %1, %2 ve %3 oranında ilave edilmesinin *in vitro* 24. saat ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi Tablo 4'te verilmiştir. Tabloda ruminal biyohidrojenasyon sonucu değişime uğrayan doymamış yağ asitleri ile biyohidrojenasyonun tamamlanması ile oluşan 18 karbonlu doymuş yağ asidi olan stearik asit konsantrasyonları verilmiştir. Yağ asitleri sonuçları *in vitro* olarak 24 saatlik inkübasyonunun ardından belirlenmiş ve konsantrasyonlar g/100g olarak verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında keten tohumu yağı katılan rasyonlarda rumen sıvısı C18:0 konsantrasyonu azalmıştır ($P<0.001$). En düşük C18:0 konsantrasyonu %3 oranına keten tohumu katılan grupta gözlenmiştir. Rumen sıvısında C18:1 izomerlerinden en yüksek konsantrasyonda *trans*-11 C18:1 yağ asidi belirlenmiş ve %2- ve %3 keten tohumu yağı grubunda *trans*-11 C18:1 konsantrasyonu artmıştır ($P<0.001$). Bunu takiben *cis*-9 C18:1 yağ asidi ise en düşük kontrol grubunda bulunurken en yüksek konsantrasyon %3 keten tohumu yağı grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında *t12* C18:1, *trans*-13 *trans*-14 *cis*-6 *cis*-8 C18:1, *cis*-9 C18:1, *trans*-15 *cis*-10 C18:1 ve *cis*-11 C18:1 yağ asitleri ise keten tohumu yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuş ve doz arttıkça konsantrasyon artmıştır ($P<0.001$).

C18:2 yağ asitleri izomerleri bakımından ise *cis*-9 *trans*-11 CLA, Σ CLA ve *trans*-9 *cis*-12 C18:2 yağ asitleri konsantrasyonları kontrole göre keten tohumu yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuş ve doz arttıkça konsantrasyon artmıştır. *Cis*-11 *trans*-13 CLA, *cis*-9 *trans*-12 C18:2, *trans*-9 *trans*-12 C18:2 yağ asitleri ise keten yağı katılan gruplarda yüksek bulunmuş; %2 ve %3 grubunda benzer bulunmuştur. *Trans*-10 *cis*-12 CLA ve *trans*-11 *trans*-13 CLA yağ asitleri konsantrasyonu %2 ve %3 keten tohumu yağı katılan grupta, kontrol ve %1 grubundan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.001$).

C18:3 yağ asitleri izomerlerinden olan *cis*-9 *cis*-12 *cis*-15 C18:3 ve *trans*-9 *trans*-12 *cis*-15 C18:3 yağ asitleri keten tohumu yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuş ve doz arttıkça konsantrasyon artmıştır ($P<0.001$). *Cis*-9 *cis*-12 *trans*-15 C18:3 ve *cis*-9 *trans*-12 *cis*-15 C18:3 yağ asitleri konsantrasyonu %2 ve %3 keten tohumu yağı katılan grupta, kontrol ve %1 grubundan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.005$).

Tablo 4. Rasyona keten tohumu yağı ilavesinin *in vitro* ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi (24.saat)

Yağ asitleri, g/100g	Kontrol	Keten Tohumu Yağı			SEM	P
		1%	2%	3%		
C18:0	50.62 ^a	42.17 ^b	38.86 ^c	35.72 ^d	0.184	0.000
<i>t6, t8</i> C18:1	0.285 ^c	0.387 ^c	0.454 ^b	0.511 ^a	0.006	0.000
<i>t9</i> C18:1	0.244 ^c	0.212 ^d	0.288 ^b	0.351 ^a	0.003	0.000
<i>t10</i> C18:1	0.324 ^c	0.326 ^c	0.431 ^b	0.528 ^a	0.003	0.000
<i>t11</i> C18:1	5.298 ^b	5.596 ^b	8.102 ^a	8.549 ^a	0.129	0.000
<i>t12</i> C18:1	0.395 ^d	0.545 ^c	0.724 ^b	0.888 ^a	0.003	0.000
<i>t13, t14, c6, c8</i> C18:1	0.551 ^d	0.701 ^c	0.754 ^b	0.897 ^a	0.002	0.000
<i>c9</i> C18:1	1.541 ^d	1.829 ^c	2.109 ^b	2.904 ^a	0.017	0.000
<i>t15, c10</i> C18:1	0.212 ^d	0.261 ^c	0.288 ^b	0.306 ^a	0.003	0.000
<i>c11</i> C18:1	0.302 ^d	0.348 ^c	0.472 ^b	0.562 ^a	0.002	0.000
<i>c12</i> C18:1	0.205 ^c	0.256 ^b	0.259 ^b	0.298 ^a	0.004	0.000
<i>c9, t11</i> CLA	0.128 ^d	0.149 ^c	0.177 ^b	0.201 ^a	0.003	0.000
<i>c11, t13</i> CLA	0.018 ^c	0.029 ^b	0.036 ^a	0.039 ^a	0.002	0.000
<i>t10, c12</i> CLA	0.009 ^b	0.010 ^b	0.012 ^a	0.013 ^a	0.000	0.000
<i>t11, t13</i> CLA	0.007 ^b	0.008 ^b	0.009 ^a	0.010 ^a	0.000	0.000
∑CLA	0.162 ^d	0.196 ^c	0.234 ^b	0.263 ^a	0.003	0.000
<i>c9, c12</i> C18:2 n-6	1.132 ^d	1.412 ^c	1.735 ^b	1.856 ^a	0.021	0.000
<i>c9, t12</i> C18:2	0.024 ^c	0.029 ^b	0.033 ^b	0.044 ^a	0.000	0.000
<i>t9, c12</i> C18:2	0.028 ^d	0.041 ^c	0.048 ^b	0.053 ^a	0.001	0.000
<i>t9, t12</i> C18:2	0.029 ^c	0.043 ^b	0.047 ^a	0.049 ^a	0.000	0.000
<i>c9, c12, c15</i> C18:3 n-3	0.389 ^d	0.409 ^c	0.482 ^b	0.527 ^a	0.004	0.000
<i>c9, c12, t15</i> C18:3	0.004 ^b	0.004 ^b	0.004 ^a	0.005 ^a	0.000	0.000
<i>c9, t12, c15</i> C18:3	0.002 ^b	0.002 ^b	0.003 ^a	0.003 ^a	0.000	0.009
<i>c9, t12, t15</i> C18:3	0.003 ^c	0.004 ^b	0.005 ^a	0.005 ^a	0.000	0.000
<i>t9, c12, c15</i> C18:3	0.003 ^b	0.005 ^a	0.005 ^a	0.005 ^a	0.000	0.000
<i>t9, c12, t15</i> C18:3	0.004 ^b	0.005 ^a	0.006 ^a	0.006 ^a	0.000	0.000
<i>t9, t12, c15</i> C18:3	0.004 ^d	0.005 ^c	0.006 ^b	0.007 ^a	0.000	0.000
<i>t9, t12, t15</i> C18:3	0.003 ^b	0.002 ^b	0.003 ^b	0.004 ^a	0.000	0.001

Rasyona farklı oranda katılan keten tohumu yağının *in vitro* 24.saat ruminal biyohidrojenasyon oranları Tablo 5'te verilmiştir. C18:1 yağ asidi biyohidrojenasyon oranı en düşük %1 keten tohumu katılan grupta bulunmuş, en yüksek ise kontrol grubunda saptanmıştır ($P<0.001$). C18:2 yağ asidinin ruminal biyohidrojenasyonu en yüksek %3 keten tohumu yağı katılan grupta, en düşük ise %1 keten tohumu yağı katılan grupta gözlenmiştir ($P<0.001$). C18:3 yağ asidi bakımından zengin olan bir kaynak olan keten tohumu yağı ilave edilen grupta bu yağ adisinin biyohidrojenasyonu %90'ın üzerinde tespit edilmiş ve en düşük oran %1 ve %2 oranında keten tohumu yağı katılan grupta belirlenmiştir ($P<0.001$).

Tablo 5. Rasyona farklı oranda keten tohumu yağı ilavesinin *in vitro* ruminal biyohidrojenasyona etkisi (24. saat)

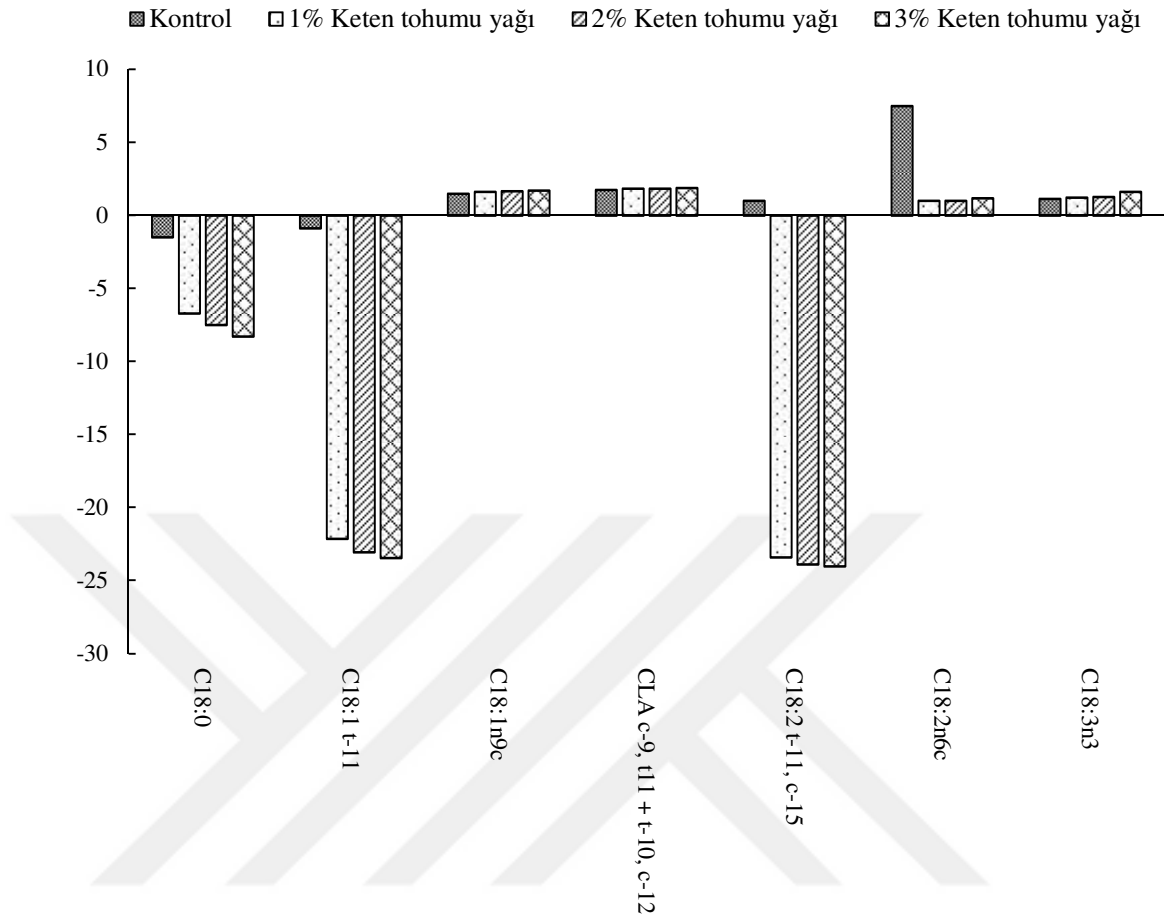
Yağ asitleri	Kontrol	Keten Tohumu Yağı			SEM	P
		1%	2%	3%		
C18:1	70.12 ^a	67.53 ^d	68.21 ^c	69.17 ^b	0.47	0.000
C18:2	86.16 ^b	84.24 ^c	86.02 ^b	87.01 ^a	0.91	0.000
C18:3	92.96 ^a	91.04 ^c	90.14 ^c	90.48 ^b	0.31	0.000

Rasyona farklı oranlarda keten tohumu yağı ilavesinin *in vitro* ruminal fermantasyon parametrelerine etkisi Tablo 6'da verilmiştir. Rumen sıvısında pH değerleri inkübasyon süresi arttıkça artmasına rağmen, keten tohumu yağı ilavesinin herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0.005$). Benzer şekilde ruminal asetat, propiyonat ve bütirat konsantrasyonları değerleri inkübasyon süresi arttıkça artmasına rağmen, keten tohumu yağı ilavesinin herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0.005$).

Tablo 6. Rasyona farklı oranda keten tohumu yağı ilavesinin *in vitro* rumen fermantasyon parametrelerine etkisi

Parametreler	İnkübasyon süresi, saat	Kontrol	Keten Tohumu Yağı			SEM	P
			%1	%2	%3		
pH	3	5.83	5.82	5.81	5.80	0.12	0.124
	6	5.87	5.87	5.84	5.80	0.11	0.256
	12	5.85	5.75	5.71	5.69	0.13	0.325
	24	6.22	6.15	6.10	6.01	0.15	0.621
Toplam UYA (mM)	3	21.21	20.87	20.45	19.54	4.74	0.131
	6	44.24	43.84	43.71	43.21	4.35	0.166
	12	65.45	64.10	63.58	65.01	5.21	0.274
	24	89.88	88.25	88.01	87.65	7.14	0.121
Asetat (mM)	3	53.50	53.01	53.48	52.00	0.74	0.191
	6	53.54	54.70	54.21	53.86	1.08	0.174
	12	55.87	55.46	55.19	55.09	0.98	0.196
	24	59.23	57.04	51.44	50.87	1.12	0.222
Propiyonat (mM)	3	23.24	21.65	21.36	24.04	2.12	0.105
	6	19.24	21.41	21.21	24.14	1.98	0.415
	12	18.21	20.74	20.61	24.48	2.14	0.352
	24	17.84	19.44	21.87	25.14	2.01	0.241
Bütirat (mM)	3	18.54	17.86	17.81	17.91	1.32	0.562
	6	17.47	17.56	17.49	17.61	1.01	0.730
	12	17.01	17.14	17.03	17.19	1.41	0.698
	24	16.24	16.78	16.61	16.92	1.74	0.584
Asetat/propiyonat	3	2.30	2.45	2.50	2.16	0.61	0.521
	6	2.78	2.55	2.56	2.23	0.65	0.352
	12	3.07	2.67	2.68	2.25	0.51	0.474
	24	3.32	2.93	2.35	2.02	0.50	0.417

Rasyona farklı oranda keten tohumu yağı katılmasının rumende yağ asitlerinin görünür biyohidrojenasyonu Şekil 1'de verilmiştir. Şekil incelendiğine eksi değerler 24 saatlik inkübasyon sonrasında kalan yemde o yağ asidinin arttığını, artı değerlere sahip olan yağ asitleri ise 24 saatlik inkübasyon sonrasında kalan yemde o yağ asidinin azaldığını ifade etmektedir. Bu durumda C18:0 ve C18:1 *trans*-11 yağ asitleri artmış, C18:1 *n*-9 c , CLA, C18:2 *n*-6 c ve C18:3 *n*-3 yağ asitleri 24 saatlik inkübasyon sonunda kalan yemde azalmıştır. C18:2 *t*-11, *c*-15 yağ asidinde ise kontrol yeminde azalırken, keten tohumu yağı ilave edilen grupta artmıştır.



Şekil 1. Keten tohumu yağı ilave edilen grupta yağ asitlerinin ruminal görünür (apparent) biyohidrojenasyonu. Yağ asitlerinin 24 saatlik inkübasyonları sonrasında kalıntı yemden hesaplanmıştır ($YA_{0.saat} - YA_{24.saat} / YA_{0.saat}$)

3.2 Çiya tohumu yağı *in vitro* ruminal biyohidrojenasyonu

Çalışmada kullanılan bazal rasyonun ve çiya tohumu yağına ait yağ asidi kompozisyonu Tablo 7’de verilmiştir. Çiya tohumu yağı %90’dan fazla doymamış yağ asitleri oluşturmakta ve bu yağ asitlerinin %65’ten fazlasını omega-3 yağ asitleri oluşturmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri oranı ise %85’in üzerindedir. Çiya tohumu yağının omega-6 ile omega-3 oranı 0.27 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 7. Denemede kullanılan çiya tohumu yağının yağ asitleri kompozisyonu.

Çiya tohumu yağ asitleri	g/100 yağ
(C16:0) Palmitic Acid	6.76
(C16:1) Palmitoleic Acid	0.20
(C18:0) Stearic Acid	2.86
(C18:1n9c) Oleic Acid	5.05
(C18:2n6c) Linoleic Acid	17.87
(C18:3n3) a-Linolenic Acid	67.26
SFA	9.62
UFA	90.38
MUFA	5.25
PUFA	85.13
n-6/n-3	0.27

Bazal rasyona çiya tohumu yağının %1, %2 ve %3 oranında ilave edilmesinin *in vitro* 24. saat ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi Tablo 8’de verilmiştir. Tabloda ruminal biyohidrojenasyon sonucu değişime uğrayan doymamış yağ asitleri ile biyohidrojenasyonun tamamlanması ile oluşan 18 karbonlu doymuş yağ asidi olan stearik asit konsantrasyonları verilmiştir. Yağ asitleri sonuçları *in vitro* olarak 24 saatlik inkübasyonun ardından belirlenmiş ve konsantrasyonlar g/100g olarak verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında çiya tohumu yağı katılan rasyonlarda rumen sıvısı C18:0 konsantrasyonu azalmıştır ($P<0.001$). En düşük C18:0 konsantrasyonu %3 oranında çiya tohumu katılan grupta gözlenmiştir. Rumen sıvısında C18:1 izomerlerinden en yüksek konsantrasyonda *trans*-11 C18:1 yağ asidi belirlenmiş ve en yüksek %1 çiya tohumu yağı katılan grupta belirlenmiş, %2 ve %3 çiya tohumu yağı grubunda ise kontrolden daha yüksektir ($P<0.001$). *Cis*-9 C18:1 yağ asidi ise en düşük kontrol ve %1

çiya tohumu yağı grubunda bulunurken en yüksek konsantrasyon %2 ve 3 çiya tohumu yağı grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında *t9 C18:1 t12 C18:1, trans-13 trans-14 cis-6 cis-8 C18:1, cis-9 C18:1, trans-15 cis-10 C18:1 ve cis-11 C18:1* yağ asitleri ise çiya tohumu yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuş ve doz arttıkça konsantrasyon artmıştır ($P<0.001$).

C18:2 yağ asitleri izomerleri bakımından ise *cis-9 trans-11 CLA, Cis-11 trans-13 CLA* Σ CLA ve diğer CLA izomerleri çiya tohumu yağı katılan gruplarda kontrole göre daha yüksek konsantrasyonda bulunmuştur ($P<0.001$). *Cis-9 trans-12; trans-9 cis-12 ve trans-9 trans-12* C18:2 yağ asitleri konsantrasyonu en yüksek %3 çiya tohumu yağı katılan grupta bulunmuştur ($P<0.001$).

C18:3 yağ asitleri izomerlerinden olan *cis-9 cis-12 cis-15* C18: 3 yağ asitleri çiya tohumu yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuş ve en yüksek %2 ve 3 çiya tohumu yağı grubundadır ($P<0.001$). *Cis-9 cis-12 trans-15* C18: 3 ve *trans -9 cis-12 cis-15* C18: 3 yağ asitleri konsantrasyonu %2 ve %3 çiya tohumu yağı katılan grupta, kontrol ve %1 grubundan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.001$). *Trans-9 trans-12 cis-15 ve cis-9 trans-12 cis-15* C18: 3 C18: 3 çiya tohumu yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuştur ($P<0.001$).

Tablo 8. Rasyona çiya tohumu yağı ilavesinin *in vitro* ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi (24.saat)

Yağ asitleri, g/100g	Kontrol	Çiya Tohumu Yağı			SEM	P
		1%	2%	3%		
C18:0	51.33 ^a	27.47 ^b	26.16 ^b	23.12 ^c	1.624	0.000
<i>t6, t8</i> C18:1	0.324 ^c	0.611 ^a	0.598 ^a	0.548 ^b	0.031	0.000
<i>t9</i> C18:1	0.221 ^d	0.412 ^a	0.349 ^b	0.323 ^c	0.014	0.000
<i>t10</i> C18:1	0.336 ^c	0.514 ^b	0.451 ^a	0.544 ^a	0.017	0.000
<i>t11</i> C18:1	5.314 ^c	9.347 ^a	8.099 ^b	8.648 ^b	0.256	0.000
<i>t12</i> C18:1	0.494 ^d	0.566 ^c	0.688 ^b	0.899 ^a	0.041	0.000
<i>t13,t14,c6,c8</i> C18:1	0.544 ^d	0.704 ^c	0.784 ^b	0.894 ^a	0.029	0.000
<i>c9</i> C18:1	1.328 ^b	2.705 ^b	2.768 ^a	2.841 ^a	0.085	0.000
<i>t15, c10</i> C18:1	0.237 ^b	0.229 ^b	0.309 ^a	0.319 ^a	0.019	0.000
<i>c11</i> C18:1	0.344 ^c	0.403 ^b	0.474 ^a	0.504 ^a	0.041	0.000
<i>c12</i> C18:1	0.189 ^c	0.254 ^b	0.289 ^a	0.301 ^a	0.014	0.000
<i>c9, t11</i> CLA	0.119 ^c	0.456 ^b	0.472 ^a	0.484 ^a	0.024	0.000
<i>c11, t13</i> CLA	0.017 ^c	0.069 ^b	0.081 ^a	0.072 ^b	0.002	0.000
<i>t10, c12</i> CLA	0.014 ^d	0.018 ^c	0.024 ^b	0.031 ^a	0.001	0.000
<i>t11, t13</i> CLA	0.007 ^b	0.019 ^a	0.020 ^a	0.022 ^a	0.001	0.000
∑CLA	0.157 ^c	0.562 ^b	0.597 ^a	0.609 ^a	0.027	0.000
<i>c9,c12</i> C18:2 n-6	1.244 ^c	1.815 ^a	1.737 ^b	1.847 ^a	0.062	0.000
<i>c9,t12</i> C18:2	0.021 ^c	0.042 ^b	0.052 ^a	0.054 ^a	0.001	0.000
<i>t9,c12</i> C18:2	0.034 ^c	0.049 ^b	0.051 ^b	0.062 ^a	0.001	0.000
<i>t9,t12</i> C18:2	0.031 ^c	0.059 ^b	0.062 ^b	0.069 ^a	0.002	0.000
<i>c9,c12,c15</i> C18:3 n-3	0.315 ^c	1.011 ^b	1.031 ^a	1.033 ^a	0.018	0.000
<i>c9,c12,t15</i> C18:3	0.004 ^c	0.007 ^b	0.009 ^a	0.009 ^a	0.001	0.000
<i>c9,t12,c15</i> C18:3	0.003 ^b	0.007 ^a	0.007 ^a	0.008 ^a	0.000	0.000
<i>c9,t12,t15</i> C18:3	0.004 ^c	0.012 ^b	0.011 ^b	0.015 ^a	0.000	0.000
<i>t9,c12,c15</i> C18:3	0.002 ^c	0.070 ^b	0.085 ^a	0.092 ^a	0.000	0.000
<i>t9,c12,t15</i> C18:3	0.003 ^c	0.008 ^b	0.009 ^a	0.009 ^a	0.000	0.000
<i>t9,t12,c15</i> C18:3	0.003 ^b	0.007 ^a	0.007 ^a	0.008 ^a	0.000	0.000
<i>t9,t12,t15</i> C18:3	0.003 ^c	0.006 ^b	0.007 ^a	0.006 ^b	0.000	0.000

Rasyona farklı oranlarda katılan çiya tohumu yağının *in vitro* 24.saat ruminal biyohidrojenasyon oranları Tablo 9’da verilmiştir. C18:1 yağ asidi biyohidrojenasyon oranı en düşük kontrol grubundadır, yağ katılan gruplarda ise en yüksek %2 ve 3 çiya tohumu katılan grupta saptanmıştır ($P<0.001$). C18:2 yağ asidinin ruminal biyohidrojenasyonu yağ katılan gruplarda kontrole göre daha düşük, en düşük doz ise %1 ve 2 çiya tohumu yağı katılan grupta gözlenmiştir ($P<0.001$). C18: 3 yağ asidi bakımından zengin olan çiya tohumu yağı ilave edilen grupta bu yağ asidinin biyohidrojenasyonu %90’ın üzerinde tespit edilmiş ve en düşük oran %2 oranında çiya tohumu yağı katılan grupta belirlenmiştir ($P<0.001$).

Tablo 9. Rasyona farklı oranda çiya tohumu yağı ilavesinin *in vitro* ruminal biyohidrojenasyona etkisi (24. saat)

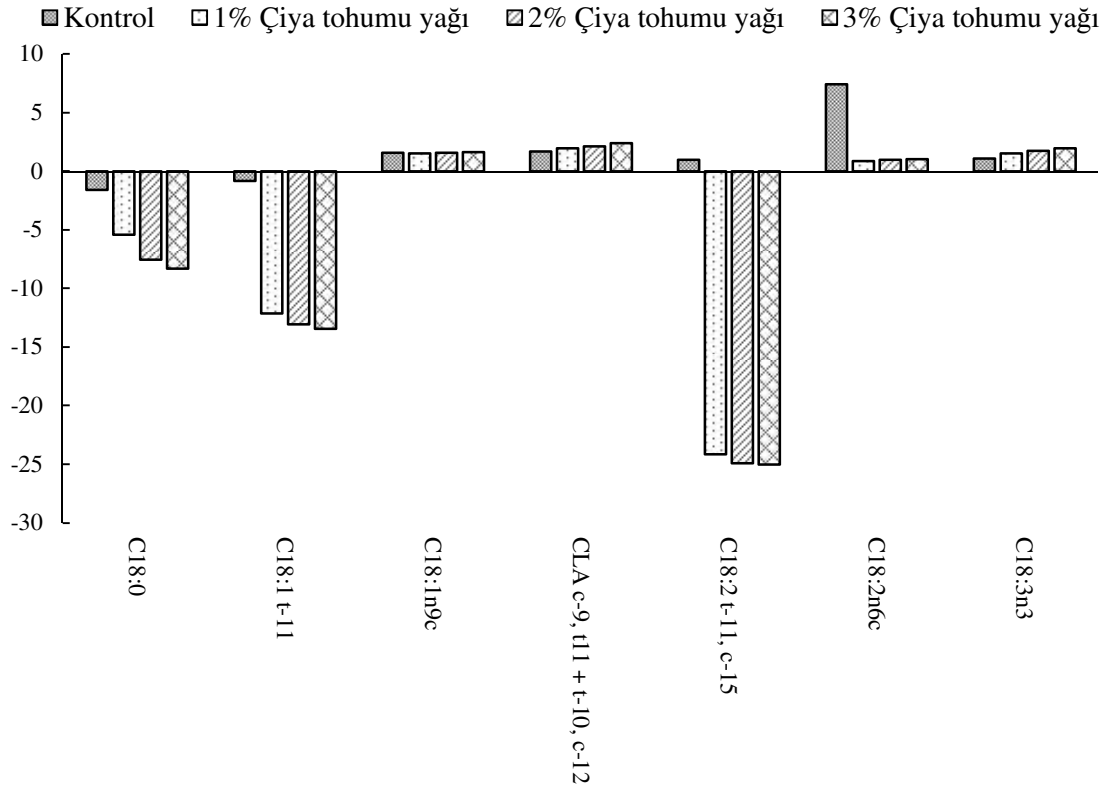
	Kontrol	Çiya Tohumu Yağı			SEM	P
		1%	2%	3%		
C18:1	71.02 ^c	72.51 ^b	73.52 ^a	73.58 ^a	0.304	0.000
C18:2	85.93 ^a	82.25 ^c	82.75 ^c	83.14 ^b	0.625	0.000
C18:3	98.04 ^a	91.86 ^b	90.04 ^c	91.42 ^b	0.288	0.000

Rasyona farklı oranlarda çiya tohumu yağı ilavesinin *in vitro* ruminal fermantasyon parametrelerine etkisi Tablo 10’da verilmiştir. Rumen sıvısında pH değerleri inkübasyon süresi arttıkça artmasına rağmen, çiya tohumu yağı ilavesinin herhangi bir etkisi olmamıştır ($P<0.005$). Benzer şekilde ruminal asetat, propiyonat ve bütirat konsantrasyonları değerleri inkübasyon süresi arttıkça artmasına rağmen, çiya tohumu yağı ilavesinin herhangi bir etkisi olmamıştır ($P<0.005$).

Tablo 10. Rasyona farklı oranda çiya tohumu yağı ilavesinin *in vitro* rumen fermantasyon parametrelerine etkisi

Parametreler	İnkübasyon süresi, saat	Kontrol	Çiya Tohumu Yağı			SEM	P
			%1	%2	%3		
pH	3	5.84	5.91	5.9	5.87	0.141	0.125
	6	5.91	5.92	5.92	5.77	0.152	0.214
	12	5.91	5.96	5.88	5.77	0.101	0.631
	24	6.26	6.28	6.18	5.98	0.136	0.599
Toplam UYA (mM)	3	20.87	20.44	20.34	19.74	4.01	0.560
	6	44.01	43.25	43.55	43.01	4.39	0.365
	12	64.98	64.18	63.48	64.58	5.01	0.451
	24	89.01	87.98	88.00	87.25	6.99	0.258
Asetat (mM)	3	53.12	53.25	53.38	52.36	0.74	0.415
	6	53.17	54.28	54.24	53.08	1.01	0.362
	12	54.89	55.34	55.01	55.16	0.90	0.258
	24	58.85	57.01	51.32	50.84	1.15	0.101
Propiyonat (mM)	3	22.89	21.36	21.03	22.01	2.21	0.099
	6	19.01	21.44	21.01	22.14	1.90	0.226
	12	18.05	20.47	20.44	21.01	2.11	0.321
	24	17.78	19.66	21.68	21.15	1.95	0.475
Bütirat (mM)	3	17.99	17.69	17.88	17.48	1.32	0.426
	6	17.34	17.46	17.44	17.61	0.99	0.856
	12	17.05	17.18	17.09	17.02	1.33	0.474
	24	16.85	16.59	16.54	16.98	1.66	0.512
Asetat/propiyonat	3	2.32	2.49	2.54	2.38	0.66	0.326
	6	2.80	2.53	2.58	2.40	0.35	0.428
	12	3.04	2.70	2.69	2.63	0.59	0.321
	24	3.31	2.90	2.37	2.40	0.61	0.412

Rasyona farklı oranda çiya tohumu yağı katılmasının rumende yağ asitlerinin görünür biyohidrojenasyonu Şekil 2’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde eski değerleri 24 saatlik inkübasyon sonrasında kalan yemde o yağ asidinin arttığını, artı değerlere sahip olan yağ asitleri ise 24 saatlik inkübasyon sonrasında kalan yemde o yağ asidinin azaldığını ifade etmektedir. Bu durumda C:18:0 ve C18:1 *trans-11* yağ asitleri artmış, C18:1 *n-9c*, CLA, C18:2 *n-6c* ve C18: 3 *n-3* yağ asitleri 24 saatlik inkübasyon sonunda kalan yemde azalmıştır. C18:2 *t-11*, *c-15* yağ asidinde ise kontrol yeminde azalırken, çiya tohumu yağı ilave edilen grupta artmıştır.



Şekil 2. Çiya tohumu yağı ilave edilen grupta yağ asitlerinin ruminal görünür (apparent) biyohidrojenasyonu. Yağ asitlerinin 24 saatlik inkübasyonları sonrasında kalıntı yemden hesaplanmıştır $(YA_{0,saat} - YA_{24,saat}) / YA_{0,saat}$

3.3. Alg yağı *in vitro* ruminal biyohidrojenasyonu

Çalışmada kullanılan bazal rasyonun ve alg yağına ait yağ asidi kompozisyonu Tablo 11’de verilmiştir. Alg yağı %68’den fazla doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Çok uzun zincirli ve çoklu doymamış yağ asitleri oranı oldukça yüksek olup, DHA oranı %45.95’dir. Alg yağının omega-6 ile omega-3 oranı 0.44 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 11. Denemede kullanılan mikroalg (DHA gold) yağının yağ asitleri kompozisyonu.

Mikroalg yağ asitleri	g/100 yağ
(C14:0) Myristic Acid	6.93
(C16:0) Palmitic Acid	24.22
(C18:0) Stearic Acid	0.63
(C20:3n6) Eicosatrienoic Acid	1.19
(C18:2n6c) Linoleic Acid	0.59
(C20:4n6) Arachidonic Acid	0.96
(C22:2) Docosadienoic Acid	0.81
(C20:5n3) Eicosapentaenoic Acid	1.02
(C22:5n6) Docosapentaenoic Acid	17.70
(C22:6n3) Docosahexaenoic Acid	45.95
SFA	31.79
UFA	68.21
PUFA	68.21
n-6/n-3	0.44

Bazal rasyona alg yağının %1, %2 ve %3 oranında ilave edilmesinin *in vitro* 24.saat ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi Tablo 12’de verilmiştir. Tabloda ruminal biyohidrojenasyon sonucu değişime uğrayan doymamış yağ asitleri ile biyohidrojenasyonun tamamlanması ile oluşan 18 karbonlu doymuş yağ asidi olan stearik asit konsantrasyonları verilmiştir. Yağ asitleri sonuçları *in vitro* olarak 24 saatlik inkübasyonunun ardından belirlenmiş ve konsantrasyonlar g/100g olarak verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında alg yağı katılan rasyonlarda rumen sıvısı C18:0 konsantrasyonu azalmıştır ($P<0.001$). Rumen sıvısında C18:1 izomerlerinden en yüksek konsantrasyonda *trans-11* C18:1 yağ asidi belirlenmiş ve alg yağı gruplarında *trans-11* C18:1 konsantrasyonu artmıştır ($P<0.001$). Bunu takiben *t12* C18:1, *trans-13* *trans-14* *cis-6* *cis-8* C18:1, *cis-9* C18:1 yağ asidi ise benzer şekilde kontrol grubunda daha düşük konsantrasyonda tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında *t15*, *c10*; *c11* ve

c12 C18:1 yağ asitleri ise alg yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuş ve en yüksek konsantrasyon %3 alg katılan grupta artmıştır ($P<0.001$).

C18:2 yağ asitleri izomerleri bakımında ise *c9 t11* CLA, *c11 t13* CLA, *t11 t13* CLA ve *t9*, *c12* C18:2 yağ asitleri konsantrasyonları kontrole göre alg yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. Σ CLA konsantrasyonu kontrole göre alg yağı grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunurken en yüksek değer %3 mikroalg katılan grupta gözlenmiştir ($P<0.001$).

C18:3 yağ asitleri izomerlerinden olan *cis-9 cis-12 cis-15* C18: 3 yağ asitleri alg yağ grubunda daha yüksek konsantrasyonda bulunmuş ve doz arttıkça konsantrasyon artmıştır ($P<0.001$). *Cis-9 cis-12 trans-15* C18: 3 yağ asitleri konsantrasyonu %2 ve %3 alg yağı katılan grupta, kontrol ve %1 grubundan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.005$). C18:3 yağ asidinin diğer saptanan izomerleri ise kontrol grubuna göre mikroalg katılan gruplarda daha yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir.

Tablo 12. Rasyona mikroalg ilavesinin *in vitro* ruminal yağ asitleri kompozisyonuna etkisi (24.saat)

Yağ asitleri, g/100g	Kontrol	Mikroalg (DHA gold)			SEM	P
		1%	2%	3%		
C18:0	53.54 ^a	32.86 ^b	32.55 ^b	33.17 ^b	1.005	0.000
<i>t6, t8</i> C18:1	0.337 ^c	0.631 ^b	0.718 ^a	0.724 ^a	0.023	0.000
<i>t9</i> C18:1	0.230 ^c	0.468 ^b	0.478 ^b	0.493 ^a	0.018	0.000
<i>t10</i> C18:1	0.330 ^c	0.511 ^b	0.520 ^b	0.532 ^a	0.016	0.000
<i>t11</i> C18:1	5.493 ^b	10.72 ^a	11.11 ^a	11.35 ^a	0.274	0.000
<i>t12</i> C18:1	0.537 ^b	1.029 ^a	1.120 ^a	1.136 ^a	0.031	0.000
<i>t13,t14,c6,c8</i> C18:1	0.543 ^b	1.048 ^a	1.070 ^a	1.100 ^a	0.029	0.000
<i>c9</i> C18:1	1.393 ^b	2.849 ^a	2.890 ^a	2.921 ^a	0.070	0.000
<i>t15, c10</i> C18:1	0.220 ^c	0.647 ^b	0.672 ^{ab}	0.708 ^a	0.026	0.000
<i>c11</i> C18:1	0.357 ^c	0.708 ^b	0.719 ^{ab}	0.733 ^a	0.022	0.000
<i>c12</i> C18:1	0.187 ^c	0.518 ^b	0.543 ^{ab}	0.555 ^a	0.018	0.000
<i>c9, t11</i> CLA	0.133 ^b	0.442 ^a	0.456 ^a	0.472 ^a	0.017	0.000
<i>c11, t13</i> CLA	0.024 ^b	0.057 ^a	0.059 ^a	0.063 ^a	0.002	0.000
<i>t10, c12</i> CLA	0.011 ^a	0.019 ^b	0.021 ^b	0.022 ^a	0.001	0.000
<i>t11, t13</i> CLA	0.008 ^b	0.022 ^a	0.023 ^a	0.023 ^a	0.001	0.000
∑CLA	0.177 ^c	0.539 ^b	0.559 ^{ab}	0.580 ^a	0.020	0.000
<i>c9,c12</i> C18:2 n-6	1.210 ^c	1.871 ^b	1.891 ^a	1.902 ^a	0.051	0.000
<i>c9,t12</i> C18:2	0.021 ^c	0.043 ^b	0.048 ^b	0.055 ^a	0.002	0.000
<i>t9,c12</i> C18:2	0.032 ^b	0.056 ^a	0.057 ^a	0.058 ^a	0.001	0.000
<i>t9,t12</i> C18:2	0.029 ^c	0.078 ^b	0.085 ^a	0.086 ^a	0.003	0.000
<i>c9,c12,c15</i> C18:3 n-3	0.313 ^d	0.922 ^c	1.073 ^b	1.122 ^a	0.039	0.000
<i>c9,c12,t15</i> C18:3	0.005 ^c	0.012 ^b	0.013 ^{ab}	0.014 ^a	0.001	0.000
<i>c9,t12,c15</i> C18:3	0.002 ^b	0.007 ^a	0.008 ^a	0.008 ^a	0.000	0.000
<i>c9,t12,t15</i> C18:3	0.003 ^b	0.011 ^a	0.011 ^a	0.012 ^a	0.000	0.000
<i>t9,c12,c15</i> C18:3	0.003 ^b	0.009 ^a	0.010 ^a	0.010 ^a	0.000	0.000
<i>t9,c12,t15</i> C18:3	0.004 ^b	0.009 ^a	0.010 ^a	0.010 ^a	0.000	0.000
<i>t9,t12,c15</i> C18:3	0.004 ^b	0.008 ^a	0.008 ^a	0.009 ^a	0.000	0.000
<i>t9,t12,t15</i> C18:3	0.004 ^b	0.007 ^a	0.008 ^a	0.008 ^a	0.000	0.000

Rasyona farklı oranlarda katılan alg yağının *in vitro* 24.saat ruminal biyohidrojenasyon oranları Tablo 13’de verilmiştir. C18:1 yağ asidi biyohidrojenasyon oranı alg yağı katılan gruplarda daha düşük olarak tespit edilmiştir ($P<0.001$). C18:2 yağ asidinin ruminal biyohidrojenasyonu ise kontrolde alg katılan gruplara göre daha düşük oranda gözlenmiştir ($P<0.001$). C18:3 yağ asidinin biyohidrojenasyonu alg yağı ilave edilen grupta %90’ının üzerinde tespit edilmiş ve en düşük oran %2 oranında alg yağı katılan grupta belirlenmiştir ($P<0.001$). EPA ve DHA bakımından zengin bir kaynak olan mikroalg katılan gruplarda bu yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu en düşük %2 mikroalg katılan grupta belirlenmiştir ($P<0.005$).

Tablo 13. Rasyona farklı oranda mikroalg ilavesinin *in vitro* ruminal biyohidrojenasyona etkisi (24. saat)

Yağ asitleri, g/100g	Kontrol	Mikroalg (DHA Gold)			SEM	P
		1%	2%	3%		
C18:1	70.82 ^a	61.41 ^b	62.18 ^b	62.31 ^b	0.180	0.000
C18:2	86.36 ^b	91.34 ^a	91.15 ^a	90.98 ^a	0.256	0.000
C18:3	97.88 ^a	90.34 ^b	90.02 ^c	90.44 ^b	0.163	0.000
C20:5	-	88.28 ^a	87.51 ^b	88.32 ^a	0.147	0.001
C22:6	-	86.88 ^a	86.34 ^b	86.91 ^a	0.044	0.003

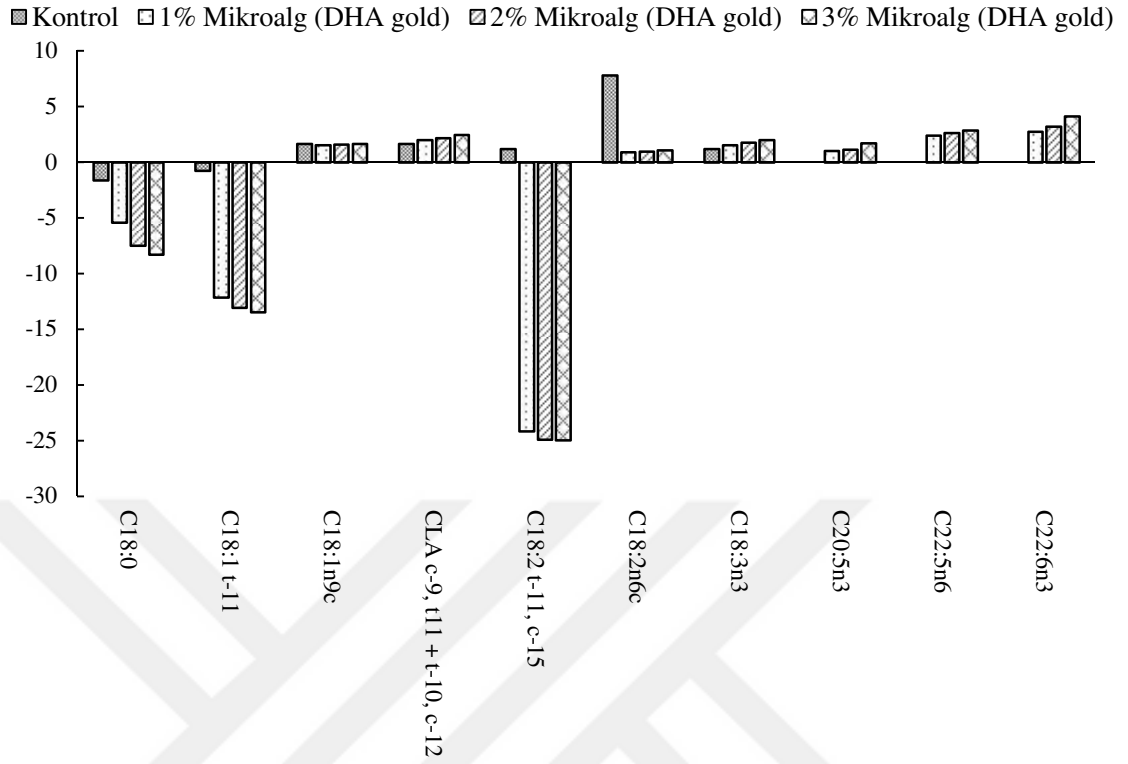
SEM: ortalamaların standart hatası, P: önem seviyesi

Rasyona farklı oranlarda alg yağı ilavesinin *in vitro* ruminal fermantasyonu parametrelerine etkisi Tablo 14’te verilmiştir. Rumen sıvısından pH değerleri inkübasyon süresi arttıkça artmasına rağmen, alg yağı ilavesinin herhangi etkisi olmamıştır ($P<0.005$). Benzer şekilde ruminal asetat, propiyonat ve bütirat konsantrasyonları değerleri inkübasyon süresi arttıkça artmasına rağmen, alg yağı ilavesinin herhangi bir etkisi olmamıştır ($P<0.005$).

Tablo 14. Rasyona farklı oranda mikroalg ilavesinin *in vitro* rumen fermantasyon parametrelerine etkisi

Parametreler	İnkübasyon süresi, saat	Kontrol	Mikroalg (DHA Gold)			SEM	P
			%1	%2	%3		
pH	3	5.81	5.88	5.85	5.84	0.13	0.451
	6	5.85	5.8	5.72	5.76	0.12	0.256
	12	5.87	5.84	5.78	5.75	0.10	0.259
	24	6.24	6.12	6.02	5.96	0.14	0.654
Toplam UYA (mM)	3	21.14	20.66	20.40	19.64	4.31	0.341
	6	44.15	43.55	43.63	43.11	4.32	0.412
	12	65.00	64.14	63.53	64.80	5.01	0.362
	24	89.10	88.12	88.01	87.45	7.01	0.251
Asetat (mM)	3	53.37	53.13	53.43	52.18	0.56	0.632
	6	53.41	54.49	54.23	53.47	1.06	0.741
	12	55.32	55.40	55.10	55.13	0.96	0.256
	24	59.14	57.03	51.38	50.86	1.16	0.321
Propiyonat (mM)	3	23.08	21.51	21.20	23.03	2.18	0.103
	6	19.41	21.43	21.11	23.14	1.90	0.156
	12	18.46	20.61	20.53	22.75	2.19	0.236
	24	17.89	19.55	21.78	23.15	1.96	0.148
Bütirat (mM)	3	18.35	17.78	17.85	17.70	1.22	0.632
	6	17.44	17.51	17.47	17.61	1.09	0.452
	12	17.15	17.16	17.06	17.11	1.36	0.123
	24	16.61	16.69	16.58	16.95	1.74	0.239
Asetat/propiyonat	3	2.31	2.47	2.52	2.27	0.29	0.415
	6	2.75	2.54	2.57	2.31	0.51	0.625
	12	3.00	2.69	2.68	2.42	0.56	0.741
	24	3.31	2.92	2.36	2.20	0.51	0.24

Rasyona farklı oranda mikroalg katılmasının, rumende yağ asitlerinin görünür biyohidrojenasyonu Şekil 3'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde eksi değerler 24 saatlik inkübasyon sonrasında kalan yemde o yağ asidinin arttığını, artı değerlere sahip olan yağ asitleri ise 24 saatlik inkübasyon sonrasında kalan yemde o yağ asidinin azaldığını ifade etmektedir. Bu durumda C18:0 ve C18:1 *trans-11* yağ asitleri artmıştır. C18:1 *n-9c*, CLA, C18:2 *n-6c* ve C18:3 *n-3* yağ asitleri 21 saatlik inkübasyon sonunda kalan yemde azalmıştır. C18:2 *t-11 c-5* yağ asidinde ise kontrol yeminde azalırken alg yağı ilave edilen grupta artmıştır. C22:5 *n6* ve C22:6 *n3* yağ asitleri ise kontrol yeminde tespit edilmezken, mikroalg katılan gruplarda 24 saatlik inkübasyon sonrasında kalan yemde bu yağ asitleri miktarı azalmıştır.



Şekil 3. Mikroalg (DHA gold) ilave edilen grupta yağ asitlerinin ruminal görünür (apparent) biyohidrojenasyonu. Yağ asitlerinin 24 saatlik inkübasyonları sonrasında kalıntı yemden hesaplanmıştır $(YA_{0.saat} - YA_{24.saat}) / YA_{0.saat}$

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1.Tartışma

Ruminantlardan elde edilen ürünlerde kalitenin artırılması birçok faktöre bağlı olmakla birlikte elde edilen ürünlerde yağ asidi profilinin arzulanan düzeyde olması için yapılan çalışmalarda doymamış yağ asitleri kullanımı yaygın olmakla birlikte en etkili yöntemin çok uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin rasyona ilave edilmesi ile sağlanabileceği bildirilmiştir (Lor vd. 2005; Toral vd. 2012). Bu çalışma, omega-3 bakımından zengin olan bazı yağ kaynaklarının rasyonda kullanımı ile rumen fermantasyonu ve ruminal biyohidrojenasyonu üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla *in vitro* olarak yürütülmüştür.

4.1.1. Keten tohumu yağı

Rasyona keten tohumu yağının farklı oranlarda katılması ile, çoklu doymamış yağ asitleri konsantrasyonu farklılıklarına bağlı olarak muameleler arasında yağ asitleri kompozisyonu önemli değişiklikler göstermiştir (Tablo 3). Çalışmada 24 saatlik inkübasyonun ardından rumen sıvısı yağ asitleri kompozisyonu bakımından ise en yüksek stearik asidin kontrol grubunda olduğu, keten tohumu dozu arttıkça bu yağ asidi konsantrasyonunun azaldığı gözlenmiştir. Stearik asit doymamış yağ asitlerinin ruminal biyohidrojenasyonun tamamlanması ile oluşan yağ asidi olup, miktarının azalması elde edilecek üründe bu yağ asidinin konsantrasyonunun azalması ile sonuçlanabilmesi açısından önemlidir. Yapılan birçok çalışmada rasyona PUFA bakımından zengin yağ asidi kaynağı ilavesi ile C18:0 yağ asidi miktarının azaldığı bildirilmiştir (Chow vd. 2004; Ding vd. 2017). Biyohidrojenasyon ara ürünlerinin üretilmesi meme bezleri lipojenezinde (Bauman ve Griinari, 2003) ve özellikle yağ asitlerinin *de novo* sentezinde

anahtar rolü oynaması nedeniyle önemlidir (Chilliard ve Ferlay, 2004). Vaksenik asit konsantrasyonunun %2 ve %3 oranında rasyona keten tohumu ilavesi ile artırıldığı belirlenmiştir. Vaksenik asit (*t*-11 C18:1) CLA izomeri olarak bilinmekte ve yapılan çalışmalarda kanserin önlenmesi, bağışıklık sisteminin kuvvetlendirilmesi ve kalp damar hastalıklarının azaltılmasında ilişkili olduğu belirlenmiştir (Whigham vd. 2000; Belury, 2002; Pariza 2004). Benzer şekilde toplam CLA konsantrasyonu keten tohumu yağı ilavesi ile doz arttıkça artmıştır. Yapılan bir çalışmada rasyona keten tohumu yağı ilavesi ile toplam CLA ve *c*-9, *t*-11 CLA konsantrasyonunun artırıldığı bildirilmiştir (Ding vd. 2017). Ayrıca keten tohumu ve keten tohumu yağının sütte doymuş yağ asidi oranını düşürdüğü, doymamış yağ asitlerini ve CLA konsantrasyonunu arttırdığı bildirilmektedir (Kholif vd. 2018). Mevcut çalışmada toplam CLA konsantrasyonunun büyük oranda rumenik (*c*-9, *t*-11 CLA) asit kaynaklı olduğu görülmektedir. Toplam CLA içerisinde *t*-10, *c*-12 yağ asidi izomerinin vücutta LDL oranını artırıp HDL oranını azaltması nedeniyle kolesterol miktarını yükselttiğinden (Tricon vd. 2004) ve süt yağını baskılaması nedeniyle (Siurana vd. 2018) konsantrasyonunun yükselmesi istenen bir durum değildir. Rasyonda %2 ve %3 oranında keten tohumu yağı kullanımında bu yağ asidinin arttığı belirlenmiştir. C18:3 yağ asidi izomerleri ile yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Mevcut çalışmada keten tohumu yağının C18:3 yağ asidi ve izomerlerini artırdığı belirlenmiştir. Caroprese vd. (2010) rasyonun %6.5'inde öğütülmemiş keten tohumu ile beslenen ineklerde, sütte C18:3 n-3 yağ asidinin arttığını gözlemlemişlerdir. Petit (2003) ise kontrol, tam ayçiçeği tohumu ve palm Ca tuzları ile beslenen ineklere kıyasla, öğütülmemiş keten tohumu ile beslenen ineklerde sütte C18:3 n-3'ün daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar, C18:3 n-3'ün biyohidrojenize olma oranının yüksek olmasına rağmen, bu yağ asidinin rasyona keten tohumu ilavesi ile süt yağ asidi profilini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

Mevcut çalışmada yağ asitleri biyohidrojenasyon oranlarının %67-92 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada bu oranın %56-94 arasında olduğu (Huyen vd. 2020), bir başka çalışmada ise %73-98.5 arasında değiştiği belirtilmiştir (Sterk vd. 2012). Bu çalışmada 18:2n-6'nin rumende biyohidrojenasyonu ortalama %85.86; 18:3n-3'ün rumende biyohidrojenasyonu ortalama %97.83 bulunmuştur. Diğer çalışmalarda 18:3n-3 ve 18:2n-6'nin rumende biyohidrojenasyonu ortalama sırasıyla %93 ve %85 olarak bildirilmiştir (Chilliard vd. 2007; Bernard vd. 2009).

Rasyona artan oranlarda keten tohumu yağı katılmasının rumen parametrelerini etkilemediği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar rasyonda kullanılan yağ kaynağının bireysel ve toplam UYA oranları üzerindeki etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Ding vd. 2017). Yapılan bir çalışmada rasyona 30 g/kg keten tohumu yağı ilavesinin ruminal pH, bireysel ve toplam UYA oranları oranlarını değiştirmedini bildirmiştir (Zhang vd. 2008). Bir başka çalışma ise keten tohumu yağının rumen pH'sı ve asetat oranını dūřürdüęü ($P < 0.05$), keten tohumu ve yağının toplam uçucu yağ asidi miktarını ve propiyonat konsantrasyonun arttığını bildirmektedir (Kholif vd. 2018). Crtes vd. (2010), rasyonda %4.1 oranında keten tohumu kullanımının toplam UYA konsantrasyonu ve bireysel UYA'ların molar oranları üzerinde hiçbir etkisi olmadığını; ancak, Gonthier vd. (2004), daha yüksek düzeyde keten tohumu kullanımının (rasyonun % 12.5'i), asetat oranını azalttığını ve propiyonat oranlarını arttırdığını bildirmiştir. Bununla uyumlu olarak, Sder vd. (2013) kaba yem bazlı bir rasyona %10 keten tohumu eklendiğinde asetat:propiyonat oranında bir dūřüş bildirmiştir. Bu nedenle, rasyona yağlı tohum kullanım düzeyinin %10'dan fazla olmaması gerektiği görülmektedir.

4.1.2. iya tohumu yağı

Rasyona iya tohumu yağının farklı oranlarda katılması ile, 24. saat rumen sıvısı yağ asitleri kompozisyonu bakımından ise en yüksek stearik asidin kontrol grubunda olduğu, iya tohumunun en yüksek dozunda bu yağ asidi konsantrasyonunun en dūřük konsantrasyonda olduğu gözlenmiştir. Stearik asit doymamış yağ asitlerinin ruminal biyohidrojenasyonun tamamlanması ile oluşan yağ asidi olup, miktarının azalması elde edilecek üründe bu yağ asidinin konsantrasyonunun azalması ile sonuçlanabilmesi açısından önemlidir. Yapılan birçok çalışmada rasyona PUFA bakımından zengin yağ asidi kaynağı ilavesi ile C18:0 yağ asidi miktarının azaldığı bildirilmiştir (Chow vd. 2004; Ding vd. 2017). Vaksenik asit (*t*-11 C18:1) CLA izomeri olarak bilinmekte ve yapılan çalışmalarda kanserin lenmesi, bağışıklık sisteminin kuvvetlendirilmesi ve kalp damar hastalıklarının azaltılmasında ilişkili olduğu belirlenmiştir (Whigham vd. 2000; Belury, 2002; Pariza 2004). Vaksenik asit konsantrasyonunun %1 oranında rasyona iya tohumu ilavesi ile en yüksek konsantrasyona ulaştığı görülmektedir (Tablo 8). Bu durum aynı dozda iya tohumu yağ grubunda C18:2 yağ asidi biyohidrojenasyon oranının en dūřük (Tablo 9) olması ile ilişkilidir. Rasyona yağlı tohum veya bitkisel yağlar ilave edildiğinde, bu yağ asitleri, rumende anaerobik bakteriler tarafından

linoleik asidin izomerizasyonu ile *cis*-9, *trans*-11 C18 (rumenik asit) ve diğer izomerleri örneğin; *trans*-9, *cis*-11 C18:2 ve C18:2 *trans*-vaksenik (*trans*-11, C18:1) yağ asidinden biyohidrojenasyon yoluyla *trans*-10, *cis*-12 (Chilliard ve Ferlay, 2004; Chilliard vd. 2007) oluşabilmektedir. Tüm bu izomerler kan dolaşımına karışmakta ve meme bezinden emilmektedir. *Trans*-11, C18:1; Δ 9-desaturaz enzimleri tarafından indirgenmekte ve diğer bir izomer olan *cis*-9, *trans*-11 C18:2'yi oluşturur ki bu yağ asidi izomeri CLA içerisinde en yüksek paya sahiptir. Mevcut çalışmada toplam CLA konsantrasyonu çiya tohumu yağı ilavesi kontrole göre doz arttıkça artmıştır. Yapılan bir çalışmada sütte *trans*-10, *cis*-12 C18:2 izomerinin çiya tohumunun eklenmesiyle arttığı bildirilmiştir (Schettino vd. 2017). Bu yağ asidi izomeri, yüksek koroner hastalık riski ve hayvanlarda süt yağı depresyonu sendromu ile ilişkili süt verimi üzerinde olumsuz etkiler ile ilişkilendirilmiştir (Manso vd. 2016). Rasyonda kolay sindirilebilen karbonhidrat ve PUFA açısından zengin tohum içeren konsantre yemlerde bir artış olduğunda *trans*-7, *cis*-9, ve *trans*-10, *cis*-12 C18:2 yağ asidi izomerlerinin önemli bir miktarını üreten rumen bakteri popülasyonunun arttığı bulunmuştur (Piperova vd. 2000). Çalışmada çiya tohumu yağı ilavesi ile *trans-trans* yağ asitleri miktarının arttığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda çiya tohumu ilavesi ile *trans* yağ asitleri miktarının arttığı, bu durumun rasyona çiya ilavesi ile linolenik asit miktarının artması ile meydana geldiği bildirilmiştir (Collomb vd. 2004; Sanz Sampelayo vd. 2007). Rasyonda çiya tohumu yağı kullanımında *in vitro* inkübasyon sonucunda 24. saat rumen sıvısında C18:3 n-3 yağ asidi bu yağ asidinin arttığı belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada rasyona keten ve çiya tohumu ilavesi ile rumen C18:3n-3 konsantrasyonu arttığı bildirilmiştir (Silva vd. 2016). C18:3 yağ asidi izomerleri ile yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Mevcut çalışmada çiya tohumu yağının C18:3 yağ asidi ve izomerlerini artırdığı belirlenmiştir.

Mevcut çalışmada yağ asitleri biyohidrojenasyon oranlarının %71-98 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada bu oranın %56-94 arasında olduğu (Huyen vd. 2020), bir başka çalışmada ise %73-98.5 arasında değişebildiği belirtilmiştir (Sterk vd. 2012).

Rasyona farklı oranlarda çiya tohumu yağı katılmasının rumen pH ve fermantasyon parametrelerini etkilemediği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar rasyonda kullanılan yağ kaynağının bireysel ve toplam UYA oranları üzerindeki etkisinin olmadığı gösterilmiştir

(Ding vd. 217). Bir başka çalışmada rasyona keten veya çiya tohumu ilavesinin ruminal asetat, propiyonat, bütirat, izobutirat, valerat, izovalerat ve toplam UYA konsantrasyonunu etkilemediği bildirilmiştir (Silva vd. 2016). Neetca vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada rasyonda %1 oranında çiya yağı kullanımının ruminal pH ve toplam UYA konsantrasyonunu etkilemediği ancak asetat ve bütirat miktarının arttığı bildirilmiştir.

4.1.2. Mikroalg yağı (DHA gold)

Rasyonda DHA-gold kullanımı ile, çoklu doymamış yağ asitleri konsantrasyonu farklılıklarına bağlı olarak muameleler arasında yağ asitleri kompozisyonu önemli değişiklikler göstermiştir (Tablo 11). 24 saatlik inkübasyonun ardından rumen sıvısında en yüksek stearik asidin kontrol grubunda olduğu gözlenmiştir. Stearik asit doymamış yağ asitlerinin ruminal biyohidrojenasyonun tamamlanması ile oluşan yağ asidi olup, miktarının azalması elde edilecek üründe bu yağ asidinin konsantrasyonunun azalması ile sonuçlanabilmesi açısından önemlidir. Yapılan birçok çalışmada rasyona PUFA bakımından zengin yağ asidi kaynağı ilavesi ile C18:0 yağ asidi miktarının azaldığı bildirilmiştir (Chow vd. 2004; Ding vd. 2017). Vaksenik asit (*t*-11 C18:1) CLA izomeri olarak bilinmekte ve yapılan çalışmalarda kanserin önlenmesi, bağışıklık sisteminin kuvvetlendirilmesi ve kalp damar hastalıklarının azaltılmasında ilişkili olduğu belirlenmiştir (Whigham vd. 2000; Belury, 2002; Pariza 2004). Vaksenik asit konsantrasyonunun DHA-gold kullanımı ile artırıldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde toplam CLA konsantrasyonu DHA-gold kullanımı ile kontrole göre arttığı, en yüksek ise %3 oranında kullanımında bulunduğu belirlenmiştir. Rasyonda alg kullanımı ile keçi sütünde C18:1 *trans* 11 yağ asidinin %151 oranında artış sağladığı bildirilmiştir (Póti vd. 2015). Bu artışın rumende alglerin biyohidrojenasyonu engelleyici etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öte yandan, yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre alglerin hayvan metabolizması üzerindeki doğrudan etkileyen Δ 9-desaturaz enziminin aktivitesi göz ardı edilmiştir (Boeckert vd. 2008; Moate vd. 2013). Yapılan bir çalışmada rasyonda DHA-gold kullanımı ile C18:1 yağ asidinin arttığı ve C18:0 azaldığı bildirilmiştir (Dewanckele vd. 2018). Mikroalglerin linoleik ve lineleik asidin rumen biyohidrojenasyonunu ile *cis*-9 *trans*-11 CLA ve *trans*-9 *cis*-11, C18:1 yağ asitleri birikimini sağladığı bildirilmiştir (Boeckert vd. 2008). Pajor vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada rasyonda alg kullanımı ile sütte doymamış yağ asitleri

ve rumenik asidin (*c*-9, *t*-11 C18: 2) arttığı saptanmıştır. DHA ile zenginleştirilmiş katkıların rasyona katılması ile, ana biyohidrojenasyon yolundan ara ürünlerin (örn. *t*-10, *c*-12 CLA, *t*-10, *c*15 18:2 ve *t*-10 18:1) oluşumuna doğru bir kaymaya neden olabilmektedir (Johnson, 2007). Ayrıca rasyona alg takviyesi süt yağ asidi bileşiminin CLA *cis*-9 *trans*-11, *t*-11 C18:1 ve DHA konsantrasyonlarında artışa doğru modifiye etmede etkili olduğu kanıtlanmıştır (Boeckaert vd. 2008). Daha önceki çalışmalarda rasyona mikroalg takviyesinin sütte 20:5n-3 (EPA) ve 22:6n-3 (DHA)'yı arttırdığı tespit edilmiştir (Zhu vd. 2016).

Toplam CLA içerisinde *t*-10, *c*-12 yağ asidi izomerinin vücutta LDL oranını artırıp HDL oranını azaltması nedeniyle kolesterol miktarını yükselttiğinden (Pariza vd. 2001; Tricon vd. 2004) ve süt yağını baskılaması nedeniyle (Siurana vd. 2018) konsantrasyonunun yükselmesi istenen bir durum değildir. Rasyonda mikroalg kullanımı ile bu yağ asidinin arttığı belirlenmiştir. Mevcut çalışmada mikroalgin C18:3 yağ asidi ve izomerlerini artırdığı belirlenmiştir. C18:3 yağ asidi izomerleri ile yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. C18:3 α -linolenik asit esansiyel yağ asitleri olarak bilinmekte ve EPA (C20:5 n-3) ve DHA (C22:6 n-3) gibi önemli yağ asitlerinin öncülerinden olduğu düşünülmektedir. EPA ve DHA'nın sağlık açısından oldukça faydalı olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Adkins ve Kelley, 2010); bu yağ asidi vücutta, linoleik asit araşidonik aside dönüştürülebilir (C20:4 n-6) α -linolenik asit ise EPA'yı üretmek üzere metabolize edilebilir, bu da DHA üretmek için yağ asitlerinde ayrıca uzama, desatürasyon ve α oksidasyonuna uğramaktadır (Adkins ve Kelley, 2010). Çalışmada EPA ve DHA ruminal konsantrasyonu mikroalg kullanımı ile artış göstermiştir.

Mevcut çalışmada yağ asitleri biyohidrojenasyon oranlarının %61-97 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada bu oranın %56-94 arasında olduğu (Huyen vd. 2020), bir başka çalışmada ise %73-98.5 arasında değişebildiği belirtilmiştir (Sterk vd. 2012). Çalışmada EPA ve DHA'nın biyohidrojenasyonu %2 düzeyinde DHA-gold kullanımında azalmıştır (Tablo 12). DHA ve diğer çok uzun zincirli PUFA biyohidrojenasyonlarının alg yağları ile baskılanabileceği bildirilmiştir (Johnson, 2007).

Rasyona farklı oranlarda DHA-gold katılmasının rumen parametrelerini etkilemediği belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada mikroalg in rumen pH'sını artırdığı, rumende

bütriratın azalmasına ve izovaleratın molar oranında artış görülmüştür (Boeckeaert vd. 2008). Yapılan bir başka çalışmada Alg yağının, ruminal pH ile propiyonat konsantrasyonunu artırmış ve A:P oranını azaltmıştır (Johnson, 2007).

4.2.Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, farklı yağ asidi profiline sahip ve omega-3 bakımından zengin yağ kaynaklarının artan oranlarda rasyonda kullanımı ile, rumende emilebilir sağlıklı ve faydalı yağ asitleri ile bunların izomerlerinin artırılması amacıyla yapılmıştır. Bu yağ asitleri ve izomerlerinin artırılması ruminantlar tarafından emilerek daha sonra hayvansal ürünlere (et, süt) bunların aktarılması ve biriktirilmesi sağlanabilir. Yapılan bu çalışmada 3 farklı yağ kaynağı (keten tohumu, çiya tohumu ve mikroalg) kullanılmıştır. Sonuç olarak bu yağ asitleri ilavesi ile C18:0 yağ asidinin azaldığı ve *t*-11 C18:1 gibi ara ürünlerin arttığı belirlenmiştir. Kullanılan yağ kaynaklarının hiçbirinin rumen pH'sı, veya UYA konsantrasyonları üzerinde, kontrole göre herhangi bir etkisi olmamıştır. Bu bulgular, hayvansal ürünlerin kalitesini iyileştirmek için kaynak olarak kullanılabilir. Optimum yağ oranı bakımından ise hayvanın performansını da (büyüme hızı, karkas kalitesi ve süt verimi ve kalitesi) iyileştirmesi bakımından değerlendirilmeli ancak bu *in vitro* çalışma sonuçları dikkate alındığında en uygun dozun %2 olduğu belirlenmiştir. Ancak bu etkilerin hayvansal ürünlerde etkisinin gözlenebilmesi için *in vivo* çalışmalara da ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Adkins, Y., Kelley, D. S. 2010. Mechanisms underlying the cardioprotective effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, **21**(9): 781-792.
2. Almeida, O. C., Ferraz Jr, M. V., Susin, I., Gentil, R. S., Polizel, D. M., Ferreira, E. M., Pires, A. V. 2019. Plasma and milk fatty acid profiles in goats fed diets supplemented with oils from soybean linseed or fish. **Small Ruminant Research**, **170**: 125-130.
3. Alves, S. P., Francisco, A., Costa, M., Santos-Silva, J., Bessa, R. J. 2017. Biohydrogenation patterns in digestive contents and plasma of lambs fed increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer L.*) and vegetable oils. **Animal Feed Science and Technology**, **225**: 157-172.
4. Anonim. 2008. Keçi zararlarının azaltılması eylem planı. Ankara: T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü.
5. Anonim. 2019. Hayvancılık Sektörü Raporu Tigem. Ankara.
6. Astrup, A., Dyerberg, J., Elwood, P., Hermansen, K., Hu, F. B., Jakobsen, M. U., Nestel, P. 2011. The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? **American Journal of Clinical Nutrition**, **93**: 684-688.
7. Ayerza, R., Coates, W. 2006. Influence of chia on total fat, cholesterol and fatty acid profile of Holstein cow's milk.
8. Ayerza, R., Coates, W., Lauria, M. 2002. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) as an omega-3 fatty acid source for broiles; influence on fatty acid composition cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance and sensory characteristics. **Poultry Science**, **81** (6): 826-837.
9. Bauman, D. E., Griinari, J. M. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, **23**(1): 203-227.
10. Bauman, D. E., Lock, A. L. 2010. Milk fatty acid composition: challenges and opportunities related to human health. In XXVI World Buiatrics Congress, pp. 14-18.
11. Belury, M. A. 2002. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action 1. **Annual Review of Nutrition**, **22**(1), 505-531.

12. Belury, M. A., Mahon, A., Banni, S. 2003. The conjugated linoleic acid (CLA) isomer, t10c12-CLA, is inversely associated with changes in body weight and serum leptin in subjects with type 2 diabetes mellitus. **Journal of Nutrition**, **133**: 257-260.
13. Bernard, L., Leroux, C., Faulconnier, Y., Durand, D., Shingfield, K. J., Chilliard, Y. 2009. Effect of sunflower-seed oil or linseed oil on milk fatty acid secretion and lipogenic gene expression in goats fed hay-based diets. **Journal of Dairy Research**, **76**(2): 241-248.
14. Białek, M., Czauderna, M., Białek, A. 2018. Partial replacement of rapeseed oil with fish oil and dietary antioxidants supplementation affects concentrations of biohydrogenation products and conjugated fatty acids in rumen and selected lamb tissues. **Animal Feed and Technology**, **241**: 63-74.
15. Boeckeaert, C., Vlaeminck, B., Dijkstra, J., Issa-Zacharia, A., Van Nespén, T., Van Straalen, W., Fievez, V. 2008. Effect of dietary starch or micro algae supplementation on rumen fermentation and milk fatty acid composition of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, **91**(12): 4714-4727.
16. Bouattour, M. A., Casals, R., Albanell, E., Such, X., Caja, G. 2008. Feeding soybean oil to dairy goats increases conjugated linoleic acid in milk. **Journal of Dairy Science**, **91** (6): 2399-2407.
17. Caroprese, M., Marzano, A., Marino, R., Gliatta, G., Muscio, A., Sevi, A. 2010. Flaxseed supplementation improves fatty acid profile of cow milk. **Journal of Dairy Science**, **93**(6): 2580-2588.
18. Carvalho, R. F., Mazon, M. R., Silva, A. P. D. S., Oliveira, L. S., Zotti, C. A., Silva, S. D. L., Leme, P. R. 2016. Produto a base de algas calcárias e monensina na transição abrupta para dietas com elevada proporção de concentrado para bovinos Nelore. **Ciencia Rural**, **46** (4): 713-718.
19. Chilliard, Y., Ferlay, A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. **Reproduction Nutrition Development**, **44**(5): 467-492.
20. Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., Doreau, M. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **109**(8): 828-855.

21. Chouinard, P. Y., Corneau, L., Butler, W. R., Chilliard, Y., Drackley, JK., Bauman, D. E. 2001. Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. **Journal of Dairy Science**, **84** (3): 680-690.
22. Chow, T. T., Fievez, V., Moloney, A. P., Raes, K., Demeyer, D., De Smet, S. 2004. Effect of fish oil on in vitro rumen lipolysis, apparent biohydrogenation of linoleic and linolenic acid and accumulation of biohydrogenation intermediates. **Animal Feed Science and Technology**, **117**(1-2): 1-12.
23. Christaki, E., Karatzia, M., and Florou-Paneri, P. 2010. Use of algae in animal nutrition. **Journal of The Hellenic Veterinary Medical Society**, **61** (3): 267-276.
24. Collomb, M., Sollberger, H., Bütikofer, U., Sieber, R., Stoll, W., Schaeren, W. 2004. Impact of a basal diet of hay and fodder beet supplemented with rapeseed, linseed and sunflowerseed on the fatty acid composition of milk fat. **International Dairy Journal**, **14**(6): 549-559.
25. Cruz-Hernandez, C., Kramer, J. K. G., Kennelly, J. J., Glimm, D. R., Sorensen, B. M., Okine, E. K., Weselake, R. J. 2007. Evaluating the conjugated linoleic acid and trans 18:1 isomers in milk fat of dairy cows fed increasing amounts of sunflower oil and a constant level of fish oil. **Journal of Dairy science**, **90** (8): 3786-3801.
26. Devery R., Miller A., Stanton C. 2001. Conjugated linoleic acid and oxidative behaviour in cancer cells. **Biochemical Society Transactions**, **29**: 341-344.
27. Dewanckele, L., Vlaeminck, B., Hernandez-Sanabria, E., Ruiz-González, A., Debruyne, S., Jeyanathan, J., Fievez, V. 2018. Rumen biohydrogenation and microbial community changes upon early life supplementation of 22:6n-3 enriched microalgae to goats. **Frontiers in Microbiology**, **9**: 573.
28. Dhiman, TR., Satter, LD., Pariza, MW., Gali, MP., Albright, K., Tolosa, MX. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered rich in linoleic and linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, **83** (5): 1016-1027.
29. Durgam, V. R., Fernandes, G. 1997. The growth inhibitory effect of conjugated linoleic acid on MCF-7 cells is related to estrogen response system. **Cancer letters**, **116**: 121-130.

30. Elwood, P. C., Pickering, J. E., Givens, D. I., Gallacher, J. E. 2010. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes, an overview of the evidence. **Lipids**, **45**: 925-939.
31. Ferreira, E. M., Pires, A. V., Susin, I., Gentil, R. S., Parente, M. O. M., Nolli, C. P., Ribeiro, C. V. D. M. 2014. Growth feed intake carcass characteristics and meat fatty acid profile of lambs fed soybean oil partially replaced by fish oil blend. **Animal Feed Science and Technology**, **187**, 9-18.
32. Frutos, P., Toral, P. G., Belenguer, A., Hervás, G. 2018. Milk fat depression in dairy ewes fed fish oil: Might differences in rumen biohydrogenation fermentation or bacterial community explain the individual variation? **Journal of Dairy Science**, **101** (7): 6122-6132.
33. Gillis, M. H., Duckett, S. K., Sackmann, J. R. 2004. Effects of supplemental rumen protected conjugated linoleic acid or corn oil on fatty acid composition of adipose tissues in beef cattle. **Journal of Animal Science**, **82** (5): 1419-1427.
34. Gonthier, C., Mustafa, A. F., Berthiaume, R., Petit, H. V., Martineau, R., Ouellet, D. R. 2004. Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, **87**(6): 1854-1863.
35. Grummer, RR., Carroll DJ. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. **Journal of Animal Science**, **69** (9):3838-3852.
36. Harris, W. S. 2009. The omega-3 index: from biomarker to risk marker to risk factor. **Current Atherosclerosis Reports**, **11**: 411.
37. Heck, J. M. L., Van Valenberg, H. J. F., Dijkstra, J., and Van Hooijdonk, A. C. M. 2009. Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. **Journal of Dairy Science**, **92**: 4745-4755.
38. Hu, F.B., Bronner, L., Willet, W.C., Stampfer, M.J., Rexrode, K.M., Albert, C.M., Hunter, D., Manson, J.E. 2002. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. **JAMA**, **287** (14): 1815-1821.
39. Huyen, N. T., Verstegen, M. W., Hendriks, W. H., Pellikaan, W. F. 2020. Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage in dairy cow rations reduces ruminal biohydrogenation and increases transfer efficiencies of unsaturated fatty acids from feed to milk. **Animal Nutrition**, **6** (3), 333-341.

40. Ianni, A., Di Domenico, M., Bennato, F., Peserico, A., Martino, C., Rinaldi, A., Martino, G. 2020. Metagenomic and volatile profiles of ripened chese obtained from dairy ewes fed a dietary hemp seed supplementation. **Journal of Dairy Science**, **103** (7): 5882-5892.
41. Ip, C., Singh, M. H., Thompson, J., Scimeca, J. 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Reserarch**, **54**: 1212–1215.
42. Johnson, M. C. 2007. Understanding Rumen Fermentation: I. Effect of high DHA algal oil on microbial biohydrogenation and II. Monitoring microbial shifts in response to antibiotics and oil using T-RFLP analysis.
43. Karami, M., Ponnampalam, E. N., Hopkins, D. L. 2013. The effect of palm oil or canola oil on feedlot performance plasma and tissue fatty acid profile and meat quality in goats. **Meat Science**, **94** (2): 165-169.
44. Kaymakçı, M. 2006. Keçi Yetiştiriciliği. Bornova, İzmir: Meta Basım Matbaacılık.
45. Kholif, A. E., Morsy, T. A., Abdo, M. M. 2018. Crushed flaxseed versus flaxseed oil in the diets of nubian goats; Effect on feed intake, digestion ruminal fermentation blood chemistry, mşlk production milk composition and milk fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, **244**, 66-75.
46. Kitessa, S. M., Gulati, S. K., Ashes, J. R., Fleck, E., Scott, T. W., Nichols, P. D. 2001. Utilisation of fish oil in ruminants, I. Fish oil metabolism in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, **89** (3-4): 189-199.
47. Klir, Z., Novoselec, J., Antunović, Z. 2019. An overview on the use of hemp (*Cannabis sativa* L.) in animal nutrition **Polioprivreda**, **25** (2): 52-61.
48. Küçükaydın, A. 2005. Ormancılık çalışması ve kıl keçisi. Orman Mühendisliği Dergisi, Nisan-Mayıs-Haziran sayısı, Ankara
49. Lai, Y. S., Parameswaran, P., Li, A., Aguinaga, A., Rittmann, B. E. 2016. Selective fermentation of carbohydrate and protein fractions of *Scenedesmus*, and biohydrogenation of its lipid fraction for enhanced recovery of saturated fatty acids. **Biotechnology and Bioengineering**, **113** (2): 320-329.
50. Loor, J. J., Ferlay, A., Ollier, A., Doreau, M., Chilliard, Y. 2005. Relationship among trans and conjugated fatty acids and bovine milk fat yield due to dietary concentrate and linseed oil. **Journal of Dairy Science**, **88**(2): 726-740.

51. Luke, B., and Keith, L. G. 1992. Calcium requirements and the diets of women and children. A review of dairy resources. **Journal of Reproductive Medicine**, **37**: 703-709.
52. MacDonald, H. B. 2000. Conjugated linoleic acid and disease prevention: a review of current knowledge. **Journal of the American College Nutrition**, **19**: 111-118.
53. Manso, T., Gallardo, B., Guerra-Rivas, C. 2016. Modifying milk and meat fat quality through feed changes. **Small Ruminant Research**, **142**: 31-37.
54. Marin, A. M., Gómez-Cortés, P., Castro, A. G., Juárez, M., Alba, L. P., Hernández, M. P., De la Fuente, M. A. 2011. Animal performance and milk fatty acid profile of dairy goats fed diets with different unsaturated plant oils. **Journal of Dairy Science**, **94** (11): 5359-5368.
55. Mierlita, D. 2016. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of ewes grazing part-time and hemp seed of lactating ewes. **South African Journal of Animal Science**, **46** (3): 237-246.
56. Mierliță, D. 2018. Effects of diets containing hemp seeds or hemp cake on fatty acid composition and oxidative stability of sheep milk. **South African Journal of Animal Science**, **48** (3): 504-515.
57. Mir, Z., Goonewardene, L. A., Okine, E., Jaegar, S., Scheer, H. D. 1999. Effect of feeding canola oil on constituents conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Research**, **33** (2): 137-143.
58. Moate, P. J., Williams, S. R. O., Hannah, M. C., Eckard, R. J., Auldist, M. J., Ribaux, B. E., Wales, W. J. 2013. Effects of feeding algal meal high in docosahexaenoic acid on feed intake, milk production, and methane emissions in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, **96**(5), 3177-3188.
59. Najafi, M. H., Zeinoaldini, S., Ganjkanlou, M., Mohammadi, H., Hopkins, D. L., Ponnampalam, E. N. 2012. Performance carcass traits muscle fatty acid composition and meat sensory properties of male Mahabadi goat kids fed palm oil soybean oil or fish oil. **Meat Science**, **92** (4): 848-854.
60. Neetika, J., Hundal, S., Wadhwa, M., Kaswan, S., Sharma, A. 2019. Potential of chia oil to enrich goats' milk with omega-3 fatty acids in comparison to linseed oil under tropical climate. **Indian Journal of Animal Sciences**, **89**(3): 269-275.

61. NRC. 1996. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. Washington, D. C.
62. Oh, H. J., Song, M. H., Yun, W., Lee, J. H., An, J. S., Kim, Y. J., Cho, J. H. 2020. Effects of replacing soybean meal with perilla seed meal on growth performance, and meat quality of broilers. **Journal of Animal Science and Technology**, **62** (4): 495.
63. Pajor, F., Egerszegi, I., Steiber, O., Bodnár, Á., Póti, P. 2019. Effect of marine algae supplementation on the fatty acid profile of milk of dairy goats kept indoor and on pasture. **Journal of Animal Feed Science**, **28**(2): 169-176.
64. Palmquist, D. L. 1983. Feeding fat to lactation dairy cows. In 44th Minnesota Nutrition Conference. September, (pp. 19-20).
65. Palmquist, D. L., Conrad, H. R. 1978. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. **Journal of Dairy science**, **61** (7): 890-901.
66. Pariza, M. W. 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. **The American Journal of Clinical Nutrition**, **79**(6): 1132-1136.
67. Pariza, M. W., Park, Y., Cook, M. E. 1999. Conjugated linoleic acid and the control of cancer and obesity. **Toxicological Science**, **52**:107-110.
68. Perfield, J. W., Bernal-Santos, G., Overton, T. R., Bauman, D. E. 2002. Effects of dietary supplementation of rumen-protected conjugated linoleic acid in dairy cows during establish lactation. **Journal of Dairy Science**, **85** (10): 2609-2617.
69. Petit, H. V. 2003. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed. **Journal of Dairy Science**, **86** (8): 2637-2646.
70. Piperova, L. S., Teter, B. B., Bruckental, I., Sampugna, J., Mills, S. E., Yurawecz, M. P., Erdman, R. A. 2000. Mammary lipogenic enzyme activity, trans fatty acids and conjugated linoleic acids are altered in lactating dairy cows fed a milk fat-depressing diet. **The Journal of Nutrition**, **130**(10): 2568-2574.
71. Póti, P., Pajor, F., Bodnár, Á., Penksza, K., Köles, P. 2015. Effect of micro-alga supplementation on goat and cow milk fatty acid composition. **Chilean Journal of Agricultural Research**, **75**(2): 259-263.
72. Ritzenthaler, K. L., McGuire, M. K., Falen, R., Shultz, T. D., Dasgupta, N., McGuire, M. A. 2001. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written

- dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. **Journal of Nutrition**, **131**: 1548-1554.
73. Saito, K., Nomura, M., Kimura, J. 2002. Effect of feeding perilla oil meal and leaves on fatty acid contents in egg yolk. **Animal Science Journal** (Japan).
74. Santos-Silva, J., Francisco, A., Alves, S. P., Portugal, P., Dentinho, T., Almeida, J., Bessa, R. 2019. Effect of dietary neutral detergent fibre source on lambs growth meat quality and biohydrogenation intermediates. **Meat Science**, **147**, 28-36.
75. Sanz Sampelayo, M. R., Y. Chilliard, P. Schmidely, and J. Boza. 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, **68**: 42–63.
76. Schettino, B., Vega, S., Gutiérrez, R., Escobar, A., Romero, J., Domínguez, E., González-Ronquillo, M. 2017. Fatty acid profile of goat milk in diets supplemented with chia seed (*Salvia hispanica* L.), **Journal of Dairy Science**, **100** (8): 6256-6265.
77. Schettino, B., Vega, S., Gutiérrez, R., Escobar, A., Romero, J., Domínguez, E., González-Ronquillo, M. 2017. Fatty acid profile of goat milk in diets supplemented with chia seed (*Salvia hispanica* L). **Journal of Dairy Science**, **100** (8): 6256-6265.
78. Schettino, B., Vega, S., Gutiérrez, R., Escobar, A., Romero, J., Domínguez, E., González-Ronquillo, M. 2017. Fatty acid profile of goat milk in diets supplemented with chia seed (*Salvia hispanica* L.). **Journal of Dairy Science**, **100**(8): 6256-6265.
79. Scislowski, V., Bauchart, D., Gruffat, D., Laplaud, P.M., Durand, D. 2005. Effects of dietary n-6 or n-3 polyunsaturated fatty acids protected or not against ruminal hydrogenation on plasma lipids and their susceptibility to peroxidation in fattening steers. **Journal of Animal Science**, **83** (9): 2162-2174.
80. Silva, L. G., Bunkers, J., Paula, E. M., Shenkoru, T., Yeh, Y., Amorati, B., Holcombe, D., Faciola, A. P. 2016. Effects of flaxseed and chia seed on ruminal fermentation, nutrient digestibility, and long-chain fatty acid flow in a dual-flow continuous culture system, **Journal of Animal Science**, **94** (4): 1600–1609.
81. Sinclair, L. A., Cooper, S. L., Huntington, J. A., Wilkinson, R. G., Hallett, K. G., Enser, M., Wood, J. D. 2005. In vitro biohydrogenation of n-3 polyunsaturated

- fatty acids protected against ruminal microbial metabolism. **Animal Feed and Technology**, **123**, 579-596.
82. Siurana, A., Ferret, A., Rodriguez, M., Vlaeminck, B., Fievez, V., Calsamiglia, S. 2018. Strategies to modify the ruminal biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and the production of trans-10, cis-12 C18: 2 in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, **235**: 158-165.
83. Soder, K. J., Brito, A. F., Rubano, M. D. 2013. Effect of supplementing orchardgrass herbage with a total mixed ration or flaxseed on fermentation profile and bacterial protein synthesis in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, **96**(5): 3228-3237.
84. Sterk, A. R. 2011. Altering rumen biohydrogenation to improve the milk fatty acid profile of dairy cows.
85. Sumin, Z., Tongzhou, L., Yong, S., Xiaoyan, W. 2003. Effects of perilla furtscents diet of laying hens on polyundaturated fatty acid (PUFA) inegg yolk. **Animal Husbandry and Veterinary Medicine**, **35** (6): 13-16.
86. Şengonca, M., Koşum, N. 2005. Koyun ve Keçi Yetiştirme. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
87. Şenköylü, N. 2001. Yemlik Yağlar. Cağaloğlu, İstanbul: Anadolu Matbaası.
88. Thatcher, WW., Staples, CR., Danet-Desnoyers, G., Oldick, B., Schmitt, EP. 1994. Embryo health and mortality in sheep and cattle. **Journal of Animal Science**, **72** (3): 16-30.
89. Toral, P. G., Belenguer, A., Shingfield, K. J., Hervás, G., Toivonen, V., Frutos, P. 2012. Fatty acid composition and bacterial community changes in the rumen fluid of lactating sheep fed sunflower oil plus incremental levels of marine algae. **Journal of Dairy Science**, **95**(2): 794-806.
90. Toral, P. G., Shingfield, K. J., Hervás, G., Toivonen, V., Frutos, P. 2010. Effect of fish oil and sunflower oil on rumen fermentation characteristics and fatty acid composition of digesta in ewes fed a high concentrate diet. **Journal of Dairy Science**, **93** (10): 4804-4817.
91. Tricon, S., Burdge, G. C., Kew, S., Banerjee, T., Russell, J. J., Jones, E. L., Calder, P. C. 2004. Opposing effects of cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid on blood lipids in healthy humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, **80**(3): 614-620.

92. Whigham, L. D., Cook, M. E., Atkinson, R. L. 2000. Conjugated linoleic acid: Implications for human health. **Pharmacological Research**, **42(6)**: 503-510.
93. Wynn, R. J., Daniel, Z. C. R., Flux, C. L., Craigon, J., Salter, A. M., Buttery, P. J. 2006. Effect of feeding rumen-protected conjugated linoleic acid on carcass characteristic and fatty acid composition of sheep tissues. **Journal of Animal Science**, **84** (12): 3440-3450.
94. Yashodhara, B. M., Umakanth, S., Pappachan, J. M., Bhat, S. K., Kamath, R., Choo, B. H. 2009. Omega-3 fatty acids: a comprehensive review of their role in health and disease. **Postgraduate Medicine Journal**, **85**: 84-90.
95. Zhu, H., Fievez, V., Mao, S., He, W., Zhu, W. 2016. Dose and time response of ruminally infused algae on rumen fermentation characteristics, biohydrogenation and Butyrivibrio group bacteria in goats. **Journal of Animal Science And Biotechnology**, **7(1)**: 1-12.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Murat SAY
Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü	2021
Lisans	Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü	2016
Lise	Adana Erkek Lisesi, Adana	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2016-2018	Öz Bizim Gıda Tarım ve Hayvancılık	İşletme Müdürü

YABANCI DİL

İngilizce