

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**SÜT İNEĞİ İÇİN KORUNMUŞ YAĞ ÜRETİMİ VE
SÜT KOMPOZİSYONUNA ETKİLERİ**

İsmail ASLAN

**Danışman
Doç. Dr. Musa YAVUZ**

ISPARTA - 2019



© 2019 [İsmail ASLAN]

TEZ ONAYI

SÜT İNEĞİ İÇİN KORUNMUŞ YAĞ ÜRETİMİ VE SÜT KOMPOZİSYONUNA ETKİLERİ

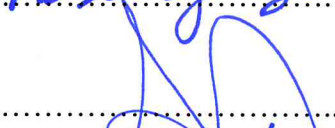
İsmail ASLAN tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Zootehni Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman **Doç. Dr. Musa YAVUZ**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Üye **Prof. Dr. Abdullah DİLER**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Üye **Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ER**
Süleyman Demirel Üniversitesi



Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/....../.... tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmada;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

28/10/2019

İsmail ASLAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Yağlar.....	3
2.1.1. Yemlik yağların özellikleri	3
2.1.2. Korunmuş yağlar.....	5
2.1.3. Korunmuş yağlarda kalite	6
2.2. Yağ Kaynaklarının Rumende Uğradığı Değişimler.....	7
2.3. Yağların Bağırsaklarda Sindirimi ve Emilimi.....	10
2.4. Korunmuş Yağlarla Yapılan Çalışmalar	10
2.5. Yağların Rumen Fermentasyonu Üzerine Etkileri.....	11
2.6. Yemlerin Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemler ..	12
2.6.1. <i>In vivo</i> teknik.....	12
2.6.2. <i>In vitro</i> teknik.....	13
2.6.3. <i>In situ</i> teknik.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Yem materyalleri.....	15
3.1.2. Hayvan materyali	15
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Korunmuş yağın üretilmesi	16
3.2.2. Kimyasal analizler.....	18
3.2.3. Korunmuş yağın rumende <i>in situ</i> parçalanabilirlik özelliklerinin belirlenmesi.....	19
3.2.4. İstatistiksel analizi	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
4.1. Korunmuş Yağ Üretimi.....	22
4.2. Korunmuş Yağların <i>In situ</i> Rumen Sindirilebilirliği	24
4.3. Korunmuş Yağ Yedirilen Laktasyondaki Sığırların Yem ve Süt Analiz Sonuçları	24
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	26
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	29

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SÜT İNEĞİ İÇİN KORUNMUŞ YAĞ ÜRETİMİ VE SÜT KOMPOZİSYONUNA ETKİLERİ

İsmail ASLAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Musa YAVUZ

Bu çalışmada ayçiçeği yağının Ca sabunu yapımı ve korunmuş yağ özelliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ayçiçeği yağı sönmüş kireç veya $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (%98) kullanılarak korunmuş yağa yani kalsiyum sabununa dönüştürülmüştür. Yağda ve üretilen korunmuş yağda bir kısım analizler uygulanmıştır. Araştırmada rumen kanülü takılmış 3 adet yerli Sığır in situ sindirilebilirlik denemesinde 24 saat sindirilebilirlikte kullanılmıştır. Ayrıca özel bir sığır işletmesinde süt sığırlarına verilerek hayvanların süt içeriği özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Sönmüş kireç veya $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (%98) kullanılarak korunmuş yağ üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen üründe yan ürün olarak çıkan gliserol ortamdan tam olarak uzaklaştırılamadığından ürünün kurutulmasında problem yaşanmıştır. Elde edilen ürünün pH seviyesi 12.0 civarındadır. In situ denememizde korunmuş yağın %90 civarında rumende kayıp olmadığı tespit edilmiştir. Süt sığırlarında verilmesine bağlı süt içeriklerinde herhangi bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin kullanılan korunmuş yağ seviyesinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak; Ayçiçek yağının CaOH la muamelesiyle korunmuş yağ elde edilmiştir. Rumende elde edilen ürünün sindirimi düşük bulunmuştur. Laburatuvar çalışmalarında pH 2 olan HCl solüsyonunda ayçiçeği yağı Ca sabunu muamele edildiğinde ürünün Ca ve yağ kısmının ayrıldığı gözlemlenmiştir. Süt ineklerinde kullanımının süt yağını olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Korunmuş yağ üretimi için uygulanacak prosedürün standardize etmek amacıyla yeni bir kısım çalışmalara daha ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Korunmuş yağ, Üretim, Yem, Rumen

2019, 29 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

BY-PASS FAT PRODUCTION AND ITS EFFECTS ON MILK COMPOSITION

İsmail ASLAN

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Animal Sciences**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Musa YAVUZ

In this thesis; it was aimed to examine Ca soap production from sunflower oil and characteristics of preserved sunflower oil. For this purpose, sunflower oil was converted to preserved oil or calcium soap using quicklime or $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (98%). A number of analyzes were performed on the oil and the produced preserved oil. In this study, 3 domestic cattle with rumen cannula were used in the examination of digestibility for 24 hours. In addition, they were giving to dairy cattle in a private cattle farm to examine the effects on milk content.

Preserved oil was produced by using quicklime or $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (98%). Since the glycerol, which was produced as a by-product, could not be removed completely, the product did not dry completely. The pH level of the product was about 12.0. In our in situ experiment, it was found that around 90% of the preserved oil was not lost in the rumen. It was observed that there was no change in the milk contents of dairy cattle because of the giving product. This is thought to be due to usage of the low level of preserved oil. As a result; Preserved oil was obtained by treatment of sunflower oil with CaOH . The digestion of product in rumen was found to be low. In the laboratory studies, it was observed that Ca and oil particles of the product were separated when sunflower oil Ca soap was treated in HCl solution which has pH 2. It was observed that the usage of the product in dairy cows had a positive effect on milk fat. It has been found that further studies are needed to standardize the procedure for the production of preserved oil.

Key Words: By-Pass fat, Production, Feed, Rumen

2019, 29 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile çalışmamın her aşamamda yardımcı olan, değerli Danışmanım Doç. Dr. Musa YAVUZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma çalışmamda kimyasal ve istatistiksel analizlerde benden yardımlarını esirgemeyen Veteriner Hekim Elif Rabia ŞAN'ya ve çiftliğinde deneme yapmamıza izin veren Ziraat Mühendisi Gökhan DEMİRELLİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans öğrenim süremın her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İsmail ASLAN
ISPARTA, 2019



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan kanül takılı hayvanlar	15
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan sağmal hayvanlar.....	16
Şekil 3.3. Kireçle muamesesi sonucu elde edilen korunmuş ayçiçek yağı.....	17
Şekil 3.4. Saf Ca (OH) ₂ kullanımı.....	18
Şekil 3.5. Naylon torbaların ağızlarının yapıştırılması	19
Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan çamaşır filesi	20
Şekil 4.1. %98 saflıkta Ca (OH) ₂ ile üretilen korunmuş yağların kurutulmuş hali....	23



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Yemlik yağların kalite kriterleri.....	4
Çizelge 4.1. Üretilen korunmuş yağlarda yapılan analizler	24
Çizelge 4.2. Süt analiz sonuçları	25



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	Asit deterjanda çözünmeyen lif
Ca	Kalsiyum
dk	Dakika
gr	Gram
Ha	Hektar
HK	Ham kül
HP	Ham protein
HY	Ham yağ
Kg	Kilogram
KM	Kuru madde
M	Milyon
Mcal	Bürüt enerji
mg	Miligram
MİC	Mikrodalga muamalesi
mm	Milimetre
N	Azot
NDF	Nötr deterjanda çözünmeyen lif

1. GİRİŞ

Ülkemizde süt üretimi kültür hayvan varlığıyla birlikte paralel olarak artmaya başlamıştır. Buna bağlı olarak hayvanların ihtiyacının dengeli rasyonla karşılanması gerekmektedir. Hayvanların ırkı, yaş, canlı ağırlık, laktasyon dönemi, kızgınlık ve gebelik, çevre ısısı, hastalıklar ve süt verimi gibi birçok durum rasyonun besin madde içeriklerine müdahale etmeye gerek duyulmaktadır. Özellikle süt ineklerinin beslenmesinde laktasyonun ilk 70 günü oldukça kritik bir dönem olarak kabul edilmektedir. Bu dönemde süt veriminin yüksek olması ve buna karşılık yem tüketiminin düşük olması sonucunda hayvanda negatif enerji dengesi oluşmaktadır. Bu dengenin düzeltilmesi için çoğunlukla rasyondaki konsantre yem oranının artırılması tavsiye edilmektedir. Buna bağlı olarak kaba yem tüketiminin azalması sonucunda sütteki yağ oranında önemli düşüşler gözlenmektedir. Yağlar özellikle laktasyon başlangıcında yüksek süt verimli ineklerin rasyonlarına enerji düzeyinin ve süt veriminin artırılması amacıyla katılması önerilmektedir (Görgülü ve Kutlu, 2001). Yemlik yağlarda, enerji yoğunluğu birincil öneme sahip olmasına rağmen, yüksek verimli ineklerin beslenmesinde yağ tarafından sağlanan esansiyel yağ asitlerinin önemli bir rol oynadığı giderek daha belirgin hale gelmektedir. İneklerde süt kompozisyonu, üreme, diğer sağlık ve metabolik parametrelerin düzenlenmesi için ne kadar yağ asidi ile beslememiz gerektiği konusunda yeterince bilgiye sahip olmamıza rağmen rasyonda yağlar %5-7 oranını aştığında rumende yem partiküllerini sararak mikroorganizma ve enzimlerin yemlere ulaşımını yemin fermantasyona uğramasını engellediği gibi rumen bakterilerinin rumeni hızlı bir şekilde terk etmesine neden olmaktadır (Naik, 2013). Rumen sindirimini etkileyen miktarın üzerinde rasyonda yağ kullanımı istendiğinde rumende sindirilmeyen veya zararlı etkisi olmayan işlem görmüş (korunmuş) yağ hammaddeleri kullanılmaya başlanmıştır.

Korunmuş yağlar üretilmesi için bir kısım uygulamalar geliştirilmiştir bunlar formaldehit ile muamele edilmiş protein kaynakları ile kaplanması, kalsiyum sabununa dönüştürülmesi, özellikle palm yağı gibi doymuş yağ asiti konsantrasyonunun (hidrejinasyon) artırılması işlemleri korunmuş yağlar imal edilmesinde kullanılmaktadır. Özellikle doymamış yağların rumende doymuş hale gelmesini (bozulmasını) azaltmaktadır.

Yem katkı maddesi olarak konunmuş yağların önemli miktarlarda yem fabrikalarında kullanıldığı görülmektedir. Hayvancılıkta ileri ülkelerde korunmuş yağları ticari olarak üretilip pazarlayan firmaların bulunmasına karşılık ülkemizde üretimden çok ithalata yönelik faaliyetler vardır. Korunmuş yağların ülkemizde üretimi ile ilgili araştırmalara ihtiyaç vardır.

Ülkemiz ayçiçeği, pamuk, zeytin, kanola gibi birçok yağ hammaddesinin üretimini gerçekleştirmektedir. Yağ sanayisinden arta kalan ve insan beslenmesi için kullanılamayan bir kısım yağlar yemlik yağlar olarak hayvancılıkta kullanılabilir. Özellikle ruminant beslenmesinde kullanılan korunmuş yağlar ülkemizde üretimi yapılabilir. Bu çalışmanın amacı yemlik yağ özelliği taşıyan ayçiçek yağının kalsiyum tuzlarına dönüştürerek korunmuş yağ haline getirip daha sonra elde edilen korunmuş yağ maddesinin kimyasal ve biyolojik yem değerinin tespit edilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Yağlar

Yağlar; yağ asitleri ve derivatlarından oluşmuş eter, benzen, kloroform gibi organik maddelerle çözünebilen doğal yapıdaki maddelerdir. Yağ asitleri bitkisel ve hayvansal orijinli olup, genellikle 4 ile 24 karbon atomu, bir hidrokarbon kuyruğu ve bir karboksil grubuna sahip olan organik asitlerdir. Hayvansal yağ asitleri daha basittir, bitkisel kaynaklı yağ asitleri daha karışık yapıdadır ve çok sayıda fonksiyonel gruba sahiptirler (Christie, 1982). Tabiatta bulunan yağ asitlerinin hemen hemen hepsi çift karbon atomuna sahiptir ve 16-18 karbonlu olan yağ asitleri çoğunluktadır. Yağ asitleri genelde doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Her ne kadar kimyasal olarak yağlar sınıflandırılırsa da hayvancılıkta kullanılabilecek yağların sınıflandırılması kullanımına yöneliktir.

2.1.1. Yemlik yağların özellikleri

Resmî gazetede yayınlanan Yemlerde Kullanılacak Yağlar Hakkında Tebliğe (Resmî Gazete, 2004) göre “yemlik yağlar aşağıdaki gibi sınıflandırılır;

- 1) Bitkisel yağlar: Yağlı tohum ve meyvelerden elde edilen yağlardır.
- 2) Hayvansal yağlar: Aşağıda belirtilen hayvanlardan elde edilen yağlardır.
 - Don yağı (Tallow): Rendering işletmelerinde sığır, koyun, keçi gibi ruminant hayvanlardan çıkarılan yağlardır.
 - Tavuk yağı: Tavuk kesimhanelerinde tavuk gövdesi ve iç organlarından ayrılan ve diğer yenilmeyen organların rendering tesislerinde işlenmesiyle elde edilen yağlardır.
 - Balık yağı: Balık unu işletmelerinde balık ve balık artıklarının işlenmesiyle elde edilen yağlardır.
- 3) Asit yağlar: Ham yağların rafinasyon işlemi yan ürünü olan soapstock'ların sülfürik asitle muamelesi sonucu elde edilen yağlardır.
- 4) Hidrolize yağlar: Bitkisel ve hayvansal yağların yemeklik yağ üretimi ya da sabun yapımında işlenmeleri sırasında elde edilen yağlardır.

5) Korunmuş (bypass) yağlar: Yağ asitlerinin kalsiyum (Ca) ile tuz oluşturmaları ya da ham yağlardan değişik fiziksel ve kimyasal işlemler sonucu elde edilen stabil (inert) yağlardır.

6) Karışık yağlar: Yukarıda belirtilen yağların karışımından oluşan yağlardır (Resmî Gazete 2004).”

Tebliğe göre yağların minimum ve maksimum değerleri aşağıdaki Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yemlik yağların kalite kriterleri (Resmî Gazete, 2004)

Yemlik yağ çeşitleri	Yemlik yağlarda aranan özellikler						
	Nem En çok (%)	Tortu En çok (%)	Sabunlaşmayan Maddeler En çok (%)	Toplam yağ asitleri (%)	Serbest yağ asitleri (%)	İyot sayısı	Peroksit değeri En çok (meq/kg)
Bitkisel yağlar							20
Soya yağı							
Ayçiçeği yağı	1	1	1.5	90	-	110-140	
Oleik a. yüksek	1	1	1.5	90	-	110-150	
ayçiçek y.	1	1	2	90	-	75-90	
Pamuk yağı	1	1	2	90	-	95-115	
Mısır yağı	1	1	3	90	-	100-135	
Kanola yağı	1	1	2	90	-	90-130	
Yerfıstığı yağı	1	1	1	90	-	80-110	
Hindistan cevizi yağı	1	1	1.5	90	-	5-15	
Palm yağı	1	1	1.5	90	-	45-65	
Palm olein	1	1	1.5	90	-	56	
Palm stearin	1	1	1.5	90	-	48	
Palm çekirdeği yağı	1	1	1.5	90	-	10-35	
Diğer bitkisel yağlar	1	1	3		-	-	
Hayvansal yağlar							20
Don yağı							
Tavuk yağı	1	1	1	90	15	35-60	
Balık yağı	1	1	1	90	15	60-90	
	1	1	-	90	15	100	
Asit yağlar	1	1	4	85	50	100	20
Hidrolyze yağlar							
	1	1	6	85	-	-	20
Korunmuş (by-pass) yağlar	5	-	4	70	-	-	-
Karışık yağlar	1	1	4	85	-	-	20

2.1.2. Korunmuş yağlar

Yağlar farklı kimyasal işlemlerden geçirilerek rumen içersin de erimeyen ve diğer yem partikülleriyle etkileşime girmeyecek bir yapı oluşturulmaktadır ki buna korunmuş yağlar (by-pass fat) denilmektedir.

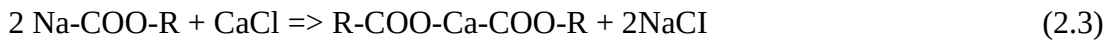
Yapılış itibarıyla korunmuş yağların 3 değişik tipi bulunmaktadır;

1) Kısmen Hidrojenize Yağlar: Bitkisel veya hayvansal yağlar olup, hidrojenizasyon yöntemi bu yağların katı (margarin) hale gelmelerini sağlamaktadır (Naik, 2013). Bu yöntemle elde edilen yağların sindirilebilirliği diğerlerine göre daha düşüktür ayrıca trans yağ içerirler.

2) Kalsiyum Sabunları Farklı uygulamaları olmakla birlikte en kolay yöntemi yağların kalsiyum hidroksitle muamele edilerek sabunlaşmasının sağlanmasıdır (Naik, 2013).



Yağların Ca sabunlarının üretiminde çift dekompozisyon metodu denilen diğer metot ise endüstriyel olarak daha çok kullanılmaktadır. Bu metotla yağ asitleri önce suda çözünebilir Na sabunlarına dönüştürülmekte, daha sonra suda çözünmeyen Ca sabunları oluşturulmaktadır (Cronje ve Oberholzer, 1990).



Ticari kalsiyum sabunları genellikle palm yağından hazırlanmaktadır. Bunun yanında kolza yağı, hayvansal yağ gibi yağ kaynakları da kullanılabilirler (Jenkins ve Palmquist, 1984).

Bu işlemten sonra yağlar rumende çözünmez fakat şirden (abomasum) içersinde yağa bağlanan kalsiyum ve yağ ayrışır ve ince bağırsak da yağ ve kalsiyum emilimi gerçekleşir. Kalsiyum içeriği özellikle süt ineklerinde ilave bir kalsiyum desteği

sağlar. Eğer yağlar bu işlemde önce hidrojenize yapılmamış ise doymamış yağ asitleri rumende etkileşime girebilir. Ayrıca sabunlaşmış yağlar rasyonda iyice karıştırılmamış ise hayvanlar isteyerek tüketmezler.

3) Fraksiyone Yağlar: Farklı karbon uzunluğuna ve doymuş doymamış olmasına bağlı olarak yağların erime sıcaklıkları değişmektedir. Yağların bu özellikleri kullanılarak düşük sıcaklıklarda eriyen yağlar yüksek sıcaklıkta eriyen yağlar olarak fraksiyonlara (parçalara) ayrıştırılmak işlemi sonucu elde edilen yağlara fraksiyone yağlar denilmektedir (Naik, 2013). Bu yöntemle ayrıştırılan yüksek sıcaklıkta erime özelliğine sahip yağlar (palmitik yağ asidi gibi doymuş yağları ve uzun zincirli yağ asitlerini daha yüksek düzeyde içerdikleri) rumen de korunmuş yağlar olarak kullanılabilir.

2.1.3. Korunmuş yağlarda kalite

Bakanlığın hazırlamış olduğu tebliğ ve onun dışında korunmuş yağlarda olması gereken özellikler iyot değeri, asit sayısı, serbest yağ asidi, toplam yağ asidi, peroksit değeri lezzetlilik ve fiziksel formu aşağıda kısaca özetlenmiştir;

İyot Değeri: By-pass yağlarda göz önünde bulundurulması gereken en önemli kriterlerden biri de iyot değeridir. İyot sayısı yağların doymamışlık ölçüsü olup, genel olarak iyotun miligram bakımından değerini ifade eder ve 100 gr yağda reaksiyona girecek olan iyot sayısı ve buna bağlı olarak çiftli bağ sayısını gösterir. Yüksek iyot değerli yağlar çiftli bağ sayısını oldukça yüksek oranda içerirler ve çift bağlı C=C karbon sayısı daha yüksektir (Zinn, 2014).

Asit sayısı: Yağlarda bulunan serbest yağ asitleri, toplam oleik asit yüzdesidir (Zinn, 2014).

Serbest Yağ Asidi Değeri: Üretim sürecinde hammaddenin aşırı ısınmaya maruz kalması, hasat sırasında gecikme ve böcek istilasları gibi durumlarda ortaya çıkabilir. Gliserol, kolesterol gibi bir molekülle esterleşmemiş yağ asididir (Zinn, 2014). FFA değeri, ne kadar yüksek olursa yağın kalitesi o kadar düşer.

Toplam Yağ Asidi: Kullanılan ürünler içersinde yağın yüzdesini ölçmek için kullanılır (Zinn, 2014). Yağ asitleri ve gliserol dışında bulunan diğer maddeler yağın tahşış edildiğini gösterir.

Peroksit Değeri: Yağın ve içeriğindeki maddelerin oksijenle oksitlenmesi sonucu peroksitler oluşur bunların 1 kg yağda bulunan peroksit miktarını ölçmek için kullanılır (Zinn, 2014). Kısaca yağlarda oksidasyon sonucu bozulmayı ölçen bir değerdir.

Lezzetlilik: Farklı sınıftaki yağların lezzetleri arasında farklılıklar olabilir özellikle oksitlenmiş yağlardan elde edilen ürünleri hayvanlar yemek istemeyebilirler. Fraksiyone yağların lezzeti kalsiyum tuzları ve hidrojene yağlara göre hayvanlar tarafından daha kolay tüketilmektedir (ADM Alliance Nutrition, 2015).

Fiziksel Form: Yukarıda da açıklandığı gibi yağların hidrojene, kalsiyum tuzu ile bağlanması ya da fraksiyone olmaları yemlerin kimyasal özelliklerine etki ettiği kadar fiziksel (erime, karışma vb.) özelliklerinede etki etmektedir (ADM Alliance Nutrition, 2015).

2.2. Yağ Kaynaklarının Rumende Uğradığı Değişimler

Lipolizis: Bitkilerde esterleşmiş halde bulunan yağ kaynakları rumene ulaştıktan hemen sonra mikrobiyel lipazlar tarafından hidrolize edilmeye başlanırlar. Lipaz enzimi ekstraselüler bir enzim olup (Jenkins, 1993), trigliseritleri, serbest yağ asitleri ve gliserole ayırıştırır. Gliserolün fermentasyona uğramasıyla son ürün olarak çoğunlukla propiyonik asit meydana gelir (Jenkins, 1993). Lipolizis sonucunda az miktarlarda da mono ve digliseritler oluşabilir. Bitkisel lipit kaynaklarından olan galaktolipidler ve fosfolipidler rumen mikroorganizmaları tarafından üretilen galaktosidaz ve fosfolipazlar tarafından hidrolize edilirler. Yağların lipolizi sonucu serbest karboksil grubu ortaya çıkar ve biyohidrojenasyon işlemi gerçekleştirilir.

Rumende hidroliz sonucunda oluşan yağ asitleri, karbon zinciri uzunluğuna göre farklı şekillerde kullanılırlar. Kısa zincirli olanlar rumende emilir, uzun zincirli yağ

asitlerinin çok az bir kısmı rumen duvarından emilir, geri kalan kısmı ise ya rumen mikroorganizmalarının yapısına girer ya da yem partiküllerine tutunarak rumen sıvısında emülsiyon içinde kalırlar (Savoini, 2010).

Biyohidrojenasyon: Rumen sıvısında bulunan doymamış yağ asitleri mikroorganizmalarca hızlı bir şekilde hidrojenize edilerek doymuş yağ asitlerine çevrilirler. Bu işlem ile rumen mikroorganizmalarının doymamış yağ asitlerinin toksik etkilerinden korunduğu kabul edilmektedir (Jenkins, 1993; Savoini, 1993). Doymamış yağ asitlerinin hidrojenasyonu ile rumende hidrojen yoğunluğu düştüğü için metan oluşumunda da azalma görülmektedir.

Biyohidrojenasyonun ilk basamağı izomerasyon aşamasıdır. İzomerasyon işlemi için yağ asidinin serbest bir karboksil grubuna ve cis-9, cis-12 çift bağ konfigürasyonuna sahip olması gerekmektedir (Jenkins, 1993). İzomerasyon ile doymamış yağ asitlerindeki cis-12 çift bağı trans-11 konfigürasyona dönüştürülür (Savoini, 1993). Normal şartlarda hidrojenasyon işlemi sonunda yaklaşık %80 oranında stearik asit, %12 düzeyinde de trans oleik asit şekillenir. Rasyona yüksek miktarda linoleik asit katılmasıyla biyohidrojenasyonun ikinci basamağının inhibisyona uğradığı bildirilmektedir (Palmquist ve Jenkins, 1980).

Rumen, doymamış yağ asitlerinin ince barsaklara geçmesinde bir bariyer teşkil etmektedir. Bu yağ asitlerinin rumende hidrojenize edilmesi ince barsak içeriğini doymuş yağ asitlerince zenginleştirmektedir. Rasyonda doymamış yağ asitleri miktarının artırılması barsaklardan emilen doymamış yağ asidi miktarını çok az etkilemektedir. Rumende mikrobiyel ortama bağlı olarak doymamış yağ asitleri biyohidrojenasyona uğramadan geçebilmektedir. Tane yem ağırlıklı besleme sonucunda rumen pH'sının düşmesi ve lipolizisin azalması sonucu biyohidrojenasyon azalmakta, karkas ve sütteki doymamış yağ asidi oranı artmaktadır. Azot miktarı düşük, ince öğütülmüş yemler ve kartlaşmış kaba yemlerin kullanılması da lipoliz ve biyohidrojenasyonu azaltmaktadır (Jenkins, 1993).

Yağ kaynağının doymamış yağ asidi içeriği de biyohidrojenasyonu etkilemektedir. Kankare vd. (1989), kolza yağının ve kolza yağı Ca sabununun ilavesiyle rumen

sıvısında palmitik ve stearik asitlerin oranının düştüğünü, oleik asitin cis ve trans izomerleri ile linoleik ve linolenik asit miktarlarının arttığını gözlemişlerdir.

Biyohidrojenasyonun ilk aşamasında bakteriyel izomerazların faaliyet gösterebilmesi için ortamda serbest karboksil gruplarının bulunması gerekmektedir. Yağ asitlerinin Ca ile sabunlaştırılması sonucunda serbest karboksil grupları Ca ile birleşmekte ve biyohidrojenasyon azalmaktadır. Sukhija ve Palmquist (1980), soya yağı, hayvansal yağ, stearik asit ve palm yağı Ca sabunlarının değişik pH seviyelerinde ayrışma derecelerini incelemişler, ayrışmanın en fazla pH 5'de, en az ise pH 6.5'da gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada normal rumen fermentasyonu için doymamış yağ asitlerinin Ca sabunlarının uygun olmadığı ve rumen fermentasyonu açısından Ca sabunu yapılabilecek en uygun yağ kaynağının palnı yağı distile yağ asiti olduğu açıklanmıştır.

Mikrobiyel Yağ Asidi Sentezi: Rumen bakterilerinin kuru maddesinde %10-15 kadar lipid bulunmaktadır. Bakterilerin yapısında bulunan lipidler ya uzun zincirli yağ asitleri vasıtasıyla eksojen olarak (Jenkins, 1993) ya da karbonhidrat ve amino asit fermentasyonundan sağlanan uçucu yağ asitlerinin kullanıldığı de novo sentez yoluyla endojen olarak elde edilirler (Savoini, 1993). Bunların oranı rasyonun yağ içeriğine ve rumendeki bakteri türlerine bağlıdır (Jenkins, 1993). Mikrobiyel lipid sentezini etkileyen en önemli faktörler rumende yıkımlanan organik madde miktarı ve yağ tüketimidir (Jenkins, 1993).

Uzun zincirli yağ asitleri aerobik bakteriler haricindeki rumen bakterileri tarafından sentezlenemezler dolayısıyla rumen mikroorganizmalarındaki ÇYA eksojen yolla sağlanmaktadır (Jenkins, 1993) Rumen mikroorganizmalarının yapısındaki lipidler, membran fosfolipidleri ve esterleşmemiş yağ asitlerinden oluşmuşlardır, trigliserit şeklinde depolanmış lipid bulunmaz (Palmquist ve Jenkins, 1980). Protozoonlar ÇYA'ni direkt olarak yapılarına alırlar ve çok az bir kısmını katabolize ederler. ÇYA'nin rumenden emilmesi, UYA ve C0 2'e ayrışması oldukça düşüktür (Jenkins, 1993).

2.3. Yağların Bağırsaklarda Sindirimi ve Emilimi

Ruminantlarda bağırsığa gelen yağın yapısı, fiziksel formu ve ilk kısımlardaki barsak içeriğinin pH'sı barsaklarda sindirim ve emilimi etkileyen başlıca faktörlerdir. Bağırsak içeriğinde bulunan yağ asitlerinin çoğu yem ve mikrobiyel kökenli doymuş yağ asitlerinden olup yaklaşık %70-80'i esterleşmemiştir (Savoini, 1993). Mikrobik ve safra orijinli esterleşmiş yağ asitleri ise %10-20 kadar olup genellikle fosfolipid yapısındadırlar (Savoini, 1993). Ruminantların aksine ruminant olmayanlarda bağırsak içeriğindeki lipit yapısı esterleşmiş formdadır ve ruminantlarda yağ asitlerinin çoğu yem partiküllerine, mikroorganizmalara ve endotelial hücrelere tutunmuş olarak bulunurlar (Savoini, 1993).

Palmquist ve Jenkins (1980), makalesinde ruminantlarda yağ asitlerinin sindirilebilirliği karbon zinciri uzunluğuna ve doymamışlık oranına bağlı olarak da değiştiği ve rasyona katılan yağın yağ asidi seviyesinin artması, yağın fiziksel özellikleri, yağ asidi kompozisyonu ve toplam yem tüketimi gibi faktörler yağ asitlerinin sindirilebilirliği düşürmektedir.

2.4. Korunmuş Yağlarla Yapılan Çalışmalar

Yağ kullanımının en fazla hayvanların ihtiyaç duyduğu dönem ineklerde doğum sonrası pik dönemde ve yaz aylarında hayvanların kurumadde tüketimlerinde azalma olduğu dönemlerde 100-300 g arasında tavsiye edilmektedir fakat süt sığırları rasyonlarında kuru madde esasına göre yağlar %5'e kadar katılırken, by-pass yağlarında rasyona rasyona ilavesiyle maksimum %7'ye kadar yağ kullanımı sınırlandırılmalıdır. Rasyona yağ katılması durumunda ise enerji yoğunluğu artar, ancak korunmuş olmayan yağların aşırı miktarda verilmesi durumunda kaba yem tüketimi azalır. Bundan dolayı yem katkı maddesi olarak rumende korunan yağlar ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Ganj Khanlou vd., 2009; Nam vd., 2014). Süt yağı kompozisyonundaki farklılığın rasyondaki farklı yağ asidi kompozisyonundan kaynaklandığı bilinmekle beraber süt yağı ya yemden gelmelidir ya da meme bezlerinde uçucu yağ asitlerinden sentezlenir (Chillard ve Ferlay, 2004). Sığırlarda korunmuş yağ ilavesinin uzun zincirli yağ asit düzeyinin yükselttiğini (Elliot vd., 1996), keçilerde ise korunmuş yağ ilavesinin süt yağ düzeyini artırdığı ifade

edilmiştir (Yılmaz vd., 2009). Bunun sebebi ise süt yapımında yağın yanında, yeterli oranda süt şekeri ve proteininin de yemle sağlanması gerekmektedir (Naik, 2013). Yağlar karbohidratlara ve proteinlere oranla iki kat enerji içermelerinden dolayı özellikle korunmuş yağ ilavesinin sığırlarda (Ganj Khanlou vd., 2009) ve koyunlarda (Haddad vd., 2004) kuru madde tüketimini düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

2.5. Yağların Rumen Fermentasyonu Üzerine Etkileri

Ruminant rasyonlarına katılan yağlar rumen fermentasyonu üzerine etkili olup yağlar dışındaki enerji kaynaklarının yıkımlanmasını azaltırlar. Rasyona yağ katılması sonucunda rumende hidrojen, metan (Jenkins, 1993) ve asetik asit konsantrasyonunda azalma, propiyonik asit konsantrasyonunda artma (Sutton vd., 1983), yağların dilüsyon etkisine bağlı olarak enerjinin değerlendirme derecesinin düşmesi ve kuru madde yıkımlanmasının azalması sonucu toplam UYA üretiminde düşme görülmektedir.

Rasyona hayvansal yağ katılmasıyla değişik Ca kaynaklarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Palmquist vd., 1986), rumende kuru ot NDF yıkımlanmasının hayvansal yağ+CaCl₂'i içeren grupta inkübasyonun ilk birkaç saatinde yüksek olduğu çünkü bu grupta Ca sabunlarının hızlı bir şekilde oluştuğu, 48. saatteki en düşük NDF yıkımlanmasının ise hayvansal yağ+kireç taşı grubunda gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada rasyona hayvansal yağ katılmasıyla oluşan asetik/propiyonik asit oranındaki düşmenin hayvansal yağa CaCl₂'i ilavesiyle normale döndüğü açıklanmıştır.

Rasyona yağ katılmasıyla selüloz yanında nişastanın yıkımlanmasının da azaldığı bildirilmiştir. Fakat rasyona katılan yağlar selüloz yıkımlanması ile karşılaştırıldığında yapısal olmayan karbonhidratların yıkımlanmasını daha az etkilemektedirler (Jenkins, 1993).

2.6. Yemlerin Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemler

Hayvansal üretimde istenilen yüksek verim elde etmek, verime uygun hayvanların seçilmesi (genetik ıslah), seçilen bu hayvanların yetiştirilen bölgeye uyum sağlaması (bakım, çevre) ve besleme ilkelerine bağlıdır. Bunların hepsi birbirinden ayrılamaz. Bu faktörlerin her birisi üretim girdileri arasında yer alır. Bu girdiler arasında en büyük pay beslenme yani yem giderleridir. Yem girdileri toplam girdilerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle hayvansal üretimde istenilen yüksek verimin elde edilmesi için hayvanlar, ihtiyaçları doğrultusunda ekonomik ve dengeli yem karmaları ile beslenmesi gerekir.

Hayvan beslemede ekonomik ve dengeli rasyon için yem maddelerinin besin madde içeriklerinin bilinmesi yanında yemlerin sindirilme derecelerinin bilinmesi de büyük önem taşımaktadır. Hayvana verilecek yemin yararlılığı yemin sindirilme derecesi ile mümkündür. Yem karmalarında yem ham maddelerinin sindirim sistemi sağlığı yanında bulunması gereken miktar da sindirilme dereceleri ile belirlenir. Günümüzde yemlerin besin madde içeriklerinin sindirilme derecelerinin belirlenmesinde farklı teknikler kullanılmaktadır. Klasik sindirim denemeleri olarak bilinen *in vivo* teknikler ile hem laboratuvar hem de deney hayvanı gerektiren *in situ* teknik ve tamamen laboratuvar ortamında yürütülen *in vitro* tekniklerden sindirilebilirlik çalışmaları için yararlanılmaktadır (Kutlu, 2008).

2.6.1. *In vivo* teknik

Yemlerin sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde altın metot olarak kabul edilmektedir. Genelde sindirim denemelerinde güvenilir sonuçlar *in vivo* tekniklerde alınmaktadır (Tunç, 2017).

Canlı materyal üzerinde anlamına gelmekte olan bu teknikte, deneme çalışmasında kullanılacak yemler hayvan üzerinde sindirim testine tabi tutulmakta ve hayvanlara verilen yemlerden sindirilmeyen kısımlar esas alınarak hesaplamalar yapılmaktadır. Sindirim sisteminde hiçbir şekilde sindirime ve değişime uğramayan bir indikatör yardımıyla, yemdeki besin maddelerinin sindirilebilir kısmı bu besin maddelerinin

yem ve gübredeki miktarları arasında saptanan fark üzerinden hesaplanmaktadır (Kutlu, 2008). Güvenilir sonuçlar vermesi gibi avantaj yanında; daha çok emek istemesi, pahalı olması, çalışmaların uzun zaman alması, deneme şartlarının her zaman kontrol altında tutulmasının güç olması, çok fazla miktarda yem örneğine ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Tunç, 2017).

2.6.2. *In vitro* teknik

Sindirim deneme çalışmalarında *in vivo* teknikte yer alan dezavantajlar nedeni ile farklı tekniklere yönelinmiştir. *In vitro* teknik bunlardan birisidir. Bu teknikte canlı materyaller üzerinde yapılan teknikler tamamen taklit edilmektedir. *In vitro* teknikte farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin ilki Tilley ve Terry (1963), tarafından yapılan çalışmalar sonucunda bildirilen iki aşamalı *in vitro* sindirim yöntemidir. Birinci aşamada rumendeki sindirim ikinci aşamada rumenden sonraki organlarda meydana gelen sindirim olayları belirlenmektedir. Birinci aşamada rumen sıvısı ikinci aşamada Hidroklorik asit (HCl)-pepsin çözeltisi kullanılarak yem ham maddelerindeki selüloz ve çözünmeyen proteinlerin sindiriminin tespit edilmeye çalışılmaktadır. İkinci bir *in vitro* teknik ise gaz üretim metodudur. Bu metotta; süzölmüş rumen sıvısında denemede kullanılacak yemler özel bir şırınga içerisine konularak her bir İnkübasyon işlemi sonrasında, oluşan gaz miktarı ölçölmesiyle yem maddelerinin sindirim hızı ve düzeyi belirlenebilmektedir (Kutlu, 2008).

2.6.3. *In situ* teknik

Bu teknikte, denemede kullanılacak yem materyali, özel bir naylon kese (torba) içinde, rumenlerine kanül takılmış hayvanların rumen içerisinde belli süre ile inkübasyona bırakılmakta ve süre sonunda rumenden çıkartılarak yemin üzerinde çalışılan fraksiyonunun rumende yıkılabilir veya yıkılamaz miktarı belirlenmektedir (Kutlu, 2008).

In situ metot yemin parçalanma karakteristiklerine bağlı olarak çalışma yapılan bir metot olup, yemlerin *in situ* parçalanma karakteristikleri; yemin kolay çözünebilen fraksiyonu (a), çözünemeyen fakat fermente olabilen fraksiyonu (b) ve fermente olan fraksiyonun parçalanma oranı (c) gibi parametrelere dayanmaktadır. Bir yemin

potansiyel parçalanabilen kısmı olan $a+b$ değeri (asimtot değeri) yemlerin parçalanabilirlikleri ile c değeri ise tüketilebilirlikleri ile ilgili parametreler olarak bildirilmektedir (Tunç, 2017).

Çalışmaların kısa sürede sonuçlanması, zamandan tasarruf edilmesi açısından *in vivo* ve *in vitro* denemelere göre avantajlıdır. Sindirim olayının direk rumende gerçekleşmesi nedeni ile *in vitro* denemelere göre avantajlıdır. Rumen kanülü takılan hayvanlara ihtiyaç olması bu nedenle maliyetlerinin yüksek olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Hayvan ihtiyacı dışında daha da önemlisi çeşitli varyasyon kaynakları bulunmaktadır. Torbaların fiziksel yapısı, torba gözenek büyüklüğü, yem örneklerinin hazırlanması, yem örneklerinin tartımı, torbaların rumendeki konumu, inkübasyon sonrası yıkama işlemleri, tüketilen rasyonun etkisi, hayvan (konakçı) etkileri, parçalanma kinetiklerinin modelleştirilmesi olarak bildirilmektedir. Bu varyasyonlar nedeni ile daha güvenilir sonuçların alınması için *in situ* teknik kullanılarak yapılacak çalışmaların, *in vitro* tekniklerle desteklenmesi gerekmektedir (Özkul, 2005).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yem materyalleri

Yağ materyali araştırmada kullanılan yem materyalleri olarak marketten temin edilen ayçiçeği yağı korunmuş yağ üretiminde kullanılmıştır.

3.1.2. Hayvan materyali

In situ Denemesinde Kullanılan Hayvanlar;

Denemede hayvan materyali olarak Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi TARUM işletmesine ait rumen kanülü takılmış 3 yaşında tahmini canlı ağırlıkları 300-350 kg olan yerli melezi 3 adet büyükbaş hayvan kullanılmıştır (Şekil 3.1). Hayvanlar deneme süresince kuru madde ihtiyaçları doğrultusunda %60/40 kaba ve yoğun yem oranına denk gelecek şekilde yonca kuru otu ve konsantre yem kullanılarak beslenmiştir (Görgülü, 2009).



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan kanül takılı hayvanlar

Korunmuş Yağ Verilen Sağmal İnekler;

Deneme Isparta'nın Şarkikaraağaç İlçesi'ne bağlı Çarıkсарaylar Kasabasında bulunan Gökhan Demirelliye ait işletmede yürütölmüştür. Hayvanlara günlük rasyonlarında verilen yem hammaddeleri ve miktarları: fiğ (1 kg), mısır silajı (12 kg), pancar posası (2 kg), buğday sapı (2 kg), süt yemi (6 kg) arpa (1 kg). İşletmede bulunan 6 sağmal ineğe standart rasyonlarına ilave olarak 50 g korunmuş yağ ilave edilmiştir (Şekil 3.2). İşletmedeki sağmal hayvanlardan denemenin başlangıcında, 15. günde ve 30. günde süt numunesi alınmıştır. Aynı gün içerisinde sütler soğuk zincir sağlanarak analiz yapılmıştır. Ya da dondurulduktan sonra laboratuara getirilip daha sonra analiz edilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan sağmal hayvanlar

3.2. Yöntem

3.2.1. Korunmuş yağın üretilmesi

Marketten temin edilen ayçiçeğı yağı Füzyon Yöntemi kullanılarak üretilmiştir.



Yağ asidi Kalsiyum Hidroksit



(3.2)

Kalsiyum Sabunu Su

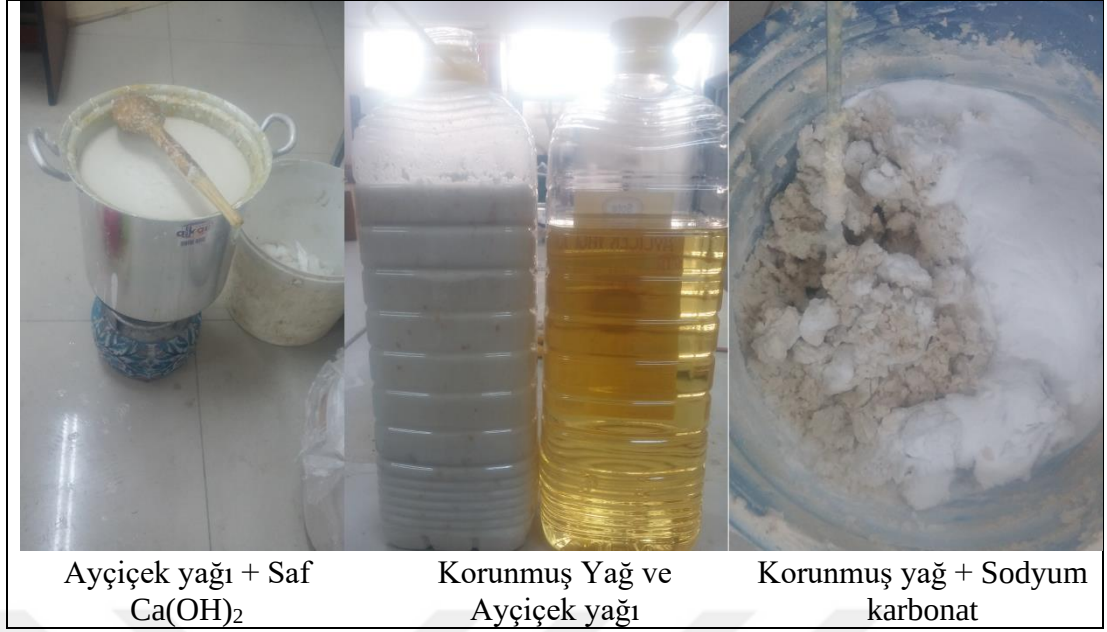
Sönmememiş kireğin $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kaynağı olarak kullanımı:

İlk olarak korunmuş yağ üretiminde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kaynağı olarak sönmemmiş kireç kullanılmıştır (Şekil 3.3). Kaynatma işleminde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kaynatma kabına zarar vermemesi için cam malzeme ya da alüminyum tencere kullanılmıştır. Kireç su ile karıştırılıp erimesiyle birlikte altına ısıtıcı konularak kaynama derecesine geldikten sonra yağ ilave edilerek karıştırılmıştır. Korunmuş yağ halini aldıktan sonra suda yıkanıp masada kurutma işlemi serilmiştir. Kurutulan korunmuş yağ daha sonra bir kısım kalite kriterlerine bakılmıştır. Elde edilen ürünün kül oranı, pH değeri ve asitte (pH 2.0) değerlerine bakılmıştır.



Şekil 3.3. Kireçle muamesesi sonucu elde edilen korunmuş ayçiçek yağı

İkinci denemede $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kaynağı olarak ticari %98 saflıkta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kullanılmıştır (Şekil 3.4). Kaynatma işleminde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kaynatma kabına zarar vermemesi için cam malzeme ya da alüminyum tencere kullanılmıştır. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ su ile karıştırılıp erimesiyle birlikte altına ısıtıcı konularak kaynama derecesine geldikten sonra yağ ilave edilerek karıştırılmıştır.



Şekil 3.4. Saf Ca(OH)_2 kullanımı

Korunmuş yağın üstünde gliserol biriktiği gözlemlenmiştir. Gliserol korunmuş yağdan ayrıştırıldıktan sonra korunmuş yağ suda yıkanıp masada kurutma işlemi yapılmaya çalışılmıştır. Korunmuş yağ uzun süre beklemesine rağmen kurutma işlemi gerçekleşmemiştir. Korunmuş yağdan gliserol ayrılmadığı için su tutmaya devam etmiş kurutma işlemi tam gerçekleşmemiştir. Bunun üzerine kurutma amaçlı kepek, soya küspesi ve sodyum karbonat ilave edilerek kurutma işlemi tekrarlanmıştır.

3.2.2. Kimyasal analizler

Yemde yapılan analizler: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Zootečni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme laboratuvarına örnekler getirildikten sonra alınan numuneler kurutma tezgahlarında hava yardımıyla kurumaya bırakılmıştır, Kurutma işleminden sonra öğütülerek aşağıdaki analizler yapılmıştır: kuru madde oranı (%) (Bulgurlu ve Ergül, 1978), ham protein oranı (%) Kjeldahl yöntemi (Bulgurlu ve Ergül, 1978), ham yağ oranı (%) soxleth yöntemi (Bulgurlu ve Ergül, 1978), asit deterjan lif (ADF) (%) (Goering and Van Soest, 1970), nötr deterjan lif (NDF) (%) (Goering and Van Soest, 1970) ve ham kül oranı (%) (Bulgurlu ve Ergül, 1978).

Ayçiçek yağında ve üretilen korunmuş yağda yapılan analizler: Yağda rutubet ve uçucu madde, sabunlaşma sayısı, serbest yağ asidi, iyot sayısı, peroksit sayısı analizleri yapılmıştır. Elde edilen ürünlerde kuru madde, kül, pH değeri ve hidroklorik asitte (pH 2.0) yağla kalsiyumun ayrışma özelliklerine bakılmıştır.

Sütte yapılan analizler: Toplanan süt örneklerinde analizlerinde kuru madde, protein, yağ, laktoz gibi parametrelere bakılmıştır.

3.2.3. Korunmuş yağın rumende *in situ* parçalanabilirlik özelliklerinin belirlenmesi

Korunmuş ayçiçeği yağının rumende KM parçalanabilirlikleri Ørskov vd. (1980), tarafından belirtilen naylon kese tekniği ile saptanmıştır. Yöntemin uygulanmasında delik çapı genişliği 20-40 µm ve boyutları 9-15 cm olan ve daraları alınmış naylon (dakron) torbalar kullanılmıştır. Rumende parçalanabilirliği saptanacak korunmuş yağ örnekleri 2,5 gr tartılarak naylon torbalara konulduktan sonra torbaların ağızlar ısı makinasıyla yapıştırılmıştır.



Şekil 3.5. Naylon torbaların ağızlarının yapıştırılması

Rumenden torbaların çıkartılmasının kolay olması için her bir inkübasyon süresi bütün örnekler gözenek çapı 0.5 cm olan çamaşır filelerine doldurulmuştur.



Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan çamaşır filei

Naylon torbalar daha sonra 0 ve 24 saat süreyle 3 hayvanda x 2 tekerrürlü olarak rumen de inkübasyona maruz bırakılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Örneklerin rumene yerleştirilmesi

Sıfırıncı (0) saat inkübasyon için 37°C sıcak suda 15-20 dakika torbalar tutulduktan sonra diğer torbalar gibi yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Her bir inkübasyon

sonrasında rumenden alınan torbalar mikrobiyal aktivitenin devam etmemesi için hemen soğuk su dolu kovaya aktarılıp daha sonra laboratuvarında su berraklaşmaya kadar yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkama işlemi uygulanan torbalar daha sonra kurutma kâğıtları kullanılarak, oda sıcaklığında 72 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır. Kuruma işleminden sonra naylon torbalarda kalan örnekler tartılarak sindirim oranları belirlenmiştir.

3.2.4. İstatistiksel analizi

Korunmuş yağların *In situ* sindirilebilirliğinin ölçülmesinde (2 tip korunmuş yağ x 3 hayvan x 2 farklı zaman (0 ve 24 saat) x 2 paralel olarak yürütülmüştür. Süt sığırlarının rasyonuna konulan korunmuş yağ denemesinde 6 hayvan x 3 farklı zaman (0.15 ve 30. gün) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı kullanılarak tekrarlı ölçümlü ANOVA analizi yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ayçiçek yağında bakılan bazı özellikler

Açık sarı renkte berrak yapıdadır. Rutubet ve uçucu madde (%0.18) sabunlaşma sayısı (192), serbest yağ asidi (oleik asit cinsinden %0.3), iyot sayısı (94), peroksit sayısı (8 O₂/kg) olarak bulunmuştur. Elde edilen değerler ayçiçek yağı için istenilen Türk standartlarına uygundur.

4.1. Korunmuş Yağ Üretimi

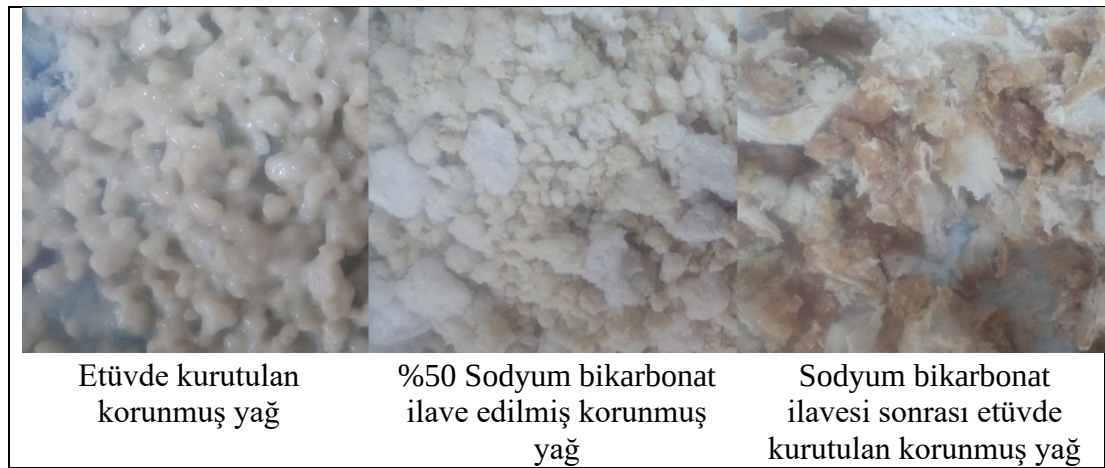
Sönmüş kireç kullanılarak yapılan korunmuş yağ üretimi;

İlk korunmuş yağ üretimi denemelerinde Ca (OH)₂ kaynağı olarak sönmüş kirecin kullanılması istenilen şekilde sıvı ayçiçek yağının korunmuş yağa dönüşmesini sağlamıştır. Yıkama işleminden sonra kurutma işlemine tabi tutulduğunda normal kuruma işlemi gerçekleşmiştir. Kireç kullanıldığında elde edilen ürünlerin pH değeri 12 civarında bazik yapıda bulunmuştur. Bu diğer literatürdeki Ca sabunu formundaki diğer yağlarda da benzer pH değerine sahip olduğu ifade edilmiştir. Kirecin çözünürlüğü 20°C sıcaklıkta 100g suda ancak 0.16g Ca (OH)₂ çözünmektedir. Bu nedenle kullanılan kirecin tamamı korunmuş yağ üretiminde reaksiyona girmediği için geriye kalan Ca (OH)₂ ürünün içinde kaldığından pH'nın yükselmesine sebep olmaktadır. İlk yapılan ürünlerde hayvanların istekle tüketmedikleri gözlemlenmiştir. Dışarıdan temin edilen Ca sabunu tarzındaki diğer ürünlerde de benzer pH ye sahip olduğu görülmüştür. Genel olarak sahada hayvanların Ca sabunu şeklindeki korunmuş yağları tercih etmedikleri fakat zaman içerisinde alıştıkları ifade edilmektedir. Kireçle yapılan çalışmalarda korunmuş yağ üretimi gerçekleşse de sönmüş kireçte bulunan Ca (OH)₂ %80-90 civarında bulunmaktadır. Sönmüş kirecin içerisinde başka mineral kaynakları da bulunması dolayısı ile bir kısım farklı etkilerin CaOH'ten mi yoksa başka kimyasal maddelerden mi kaynaklandığını bilmek mümkün olmadığından saf CaOH denemelere devam edilmeye karar verilmiştir.

%98 saflıkta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kullanılarak yapılan korunmuş yağ üretimi;

%98 saflıkta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ CaOH ile üretilen korunmuş yağ miktarı 25-30 L ayçiçeği yağından elde edilmiştir. Üretim esnasında yüksek miktarda gliserol olduğu gözlemlenmiştir. Bu sıvının yağımı gliserol mü olduğu NaOH kullanılarak sabunlaşma testine tabi tutulmuş ve sarımsı bu yapının sabunlaşmadığı gözlemlenmiştir. Dolayısı ile korunmuş yağ üretiminde kısa zincirli doymamış yağların çok olduğu yağların kullanımında gliserol miktarı bir yan ürün olarak karışımıza çıkmaktadır. Daha önce kireç kullanımında daha rahat kurutulmasına rağmen sonraki ürün içerisindeki gliserolden kaynaklı olarak kurutma işlemi tam gerçekleşmemiştir. Yüksek ısıda uygulansa yumuşak hamur kıvamında özellik göstermiştir.

Kurutma amacıyla Ca kaynağı kullanılabileceği gibi farklı mineraller, bitkisel protein kaynağı, kepek vb. maddelerle karıştırarak kurutulmaya çalışılmıştır. Sodyum bikarbonat %50 oranında katılarak gliserinin cıvık hamur kıvamından daha katı hale gelmesi sağlanmıştır. Karbonat kullanımının amacı hem kurutmayı sağlamak hemde tampon özelliğinden dolayı zaten kullanılan bir madde olduğundan üretilen ürünün hayvanlarca kabul edilebilirliğini artırmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.1. %98 saflıkta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile üretilen korunmuş yağların kurutulmuş hali

Üretilen korunmuş yağlarda yapılan Analizler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Yapılan analizlerde kuru madde oranı sönmüş kireçle yapılan korunmuş yağlarda %96-98 bulunurken, %98 saflıkta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile yapılmış korunmuş yağda %66-70 civarında bulunmuştur. Yapılan analizlerde kül oranı sönmüş kireçle yapılan korunmuş

yağlarda %14 bulunurken, %98 saflıkta Ca (OH)₂ ile üretilen korunmuş yağda %20 civarında bulunmuştur. Yağ düzeyi ve korunmuş yağ oranları birbirlerine yakın değerler bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Üretilen korunmuş yağlarda yapılan analizler

Özellikler	Sönmüş kireçle yapılan korunmuş yağ	Saf Ca (OH) ₂ (%98) ile üretilen korunmuş yağ
Kuru Madde, %	96-98	66-70
Yağ Düzeyi, %	79-82	80-84
Kül, %	13-15	19-20
Korunmuş Yağ, %	78-82	76-80

4.2. Korunmuş Yağların *In situ* Rumen Sindirilebilirliği

In situ denememizde hayvanlara kullanılan korunmuş yağların 24. saate kadar %90-96 oranında hayvanların rumeninde korunmuş yağların herhangi bir kayba uğramandan torbalarda kaldığı bulunmuştur.

4.3. Korunmuş Yağ Yedirilen Laktasyondaki Sığırların Yem ve Süt Analiz Sonuçları

İşletmede yedirilen yemin analiz sonuçlarına göre %92 kuru madde, %12.6 ham protein, %49 NDF, %32 ADF, %3.23 ham yağ ve %8 ham kül bulunmuştur. İşletmede kullanılan kaba yem oranının yüksek olmasına bağlı olarak NDF ve ADF oranları yüksek bulunmuştur. %3.23 düzeyindeki yağ oranı rasyon için normal gözükmetedir.

Çalışma yapılan işletmede süt örneklerinde yapılan analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.2’de verilmiştir. Süt analiz sonuçlarına göre; süt yağı yüzdesi, süt gerçek protein yüzdesi, süt laktoz yüzdesi, süt toplam katı madde yüzdesi, süt yağsız kuru madde yüzdesi ve süt toplam protein yüzdesi günler arasında farklılık önemli bulunmamıştır. Araştırmada süt kuru madde oranı (SKM) %12.95±0.02, süt yağsız kuru madde oranı %9.54±0.16 olarak bulunmuştur. Araştırmada süt yağ ortalama oranı %3.46±0.12 olarak bulunmuştur. En düşük yağ oranı 30 günde %3.35±0.04, en yüksek süt yağ oranı 15 günde 3.58±0.04 olarak tespit edilmiştir. Yeme katılan

korunmuş yağ oranının yeterli düzeyde olmaması nedeniyle süt yağına etkisinin görülmediği gözlemlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda korunmuş yağ miktarının daha fazla kullanıldığı durumlarda süt yağ oranını artırdığı ve bazı çalışmalarda ise düşürdüğü ifade edilmiştir. Araştırmada gerçek süt protein oranı ortalama 3.27 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Gerçek süt protein yüzdesi en düşük denemenin başlangıcında 3.22 ± 0.04 ve en yüksek 15. günde 3.30 ± 0.10 olarak bulunmuştur. Araştırmada süt laktoz oranı ortalama 5.07 ± 0.18 olarak bulunmuştur. En düşük değer 15 günde 4.87 ± 0.11 ve en yüksek değer denemenin başlangıcında 5.20 ± 0.05 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Süt analiz sonuçları

Gün	SKM (%)	SYKM (%)	SY (%)	GSP (%)	SHP (%)	SL (%)
0	12.97 ± 0.12	9.58 ± 0.10	3.35 ± 0.04	3.22 ± 0.04	3.46 ± 0.03	5.20 ± 0.05
15	12.93 ± 0.36	9.36 ± 0.3	3.58 ± 0.04	3.30 ± 0.10	3.52 ± 0.09	4.87 ± 0.11
30	12.94 ± 0.22	9.67 ± 0.04	3.44 ± 0.18	3.28 ± 0.11	3.49 ± 0.12	5.14 ± 0.12
Ortalama	12.95 ± 0.02	9.54 ± 0.16	3.46 ± 0.12	3.27 ± 0.04	3.49 ± 0.03	5.07 ± 0.18

SKM: Süt kuru madde, SYKM: Süt yağsız Kuru madde, SY: süt yağı, GSP: Gerçek süt proteini, SHP: Süt Ham Protein, SL: Süt Laktozu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonunda korunmuş yağ üretimi denemelerinin sonunda gerçekleştirilmiştir. Sönmüş kireç kaynağının içeriği bilirse Ca (OH)_2 kaynağı olarak kullanılabilceğı ortaya konulmuştur. Bununla birlikte saf Ca (OH)_2 kaynağından elde edilen ürünlerde gliserol çıkışının fazla olması kullanılacak yağın seçimi önemli olduğı gözlemlenmiştir. Korunmuş yağ haline getirilecek yağın sadece enerji kaynağı olarak düşünülüyorsa doymuş ve uzun zincirli yağların kullanılması halinde daha az gliserol çıkacağından tercih edilmelidir. Her halukarda gliserolün ortamdan uzaklaştırılmasına ihtiyaç vardır.

Üretilen korunmuş yağlarda pH'nın 12 civarında olması daha çok ürün içerisinde kalan Ca (OH)_2 kaynaklanmıştır. Korunmuş yağ üretiminde kullanılan Ca (OH)_2 çözünürlüğünün az olmasından dolayı suda çözünmemiş Ca (OH)_2 son ürün içerisinde uzaklaştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Özellikle asitle dengelenmeye çalışılsada Ca (OH)_2 asitle birlikte çözünürlüğü artmış pH değeri düşmemiştir. Rumende asiti düşürme noktasında kullanılabilir olmakla birlikte Ca sabunu şeklindeki korunmuş yağları tüketimi hayvanlarca isteksiz olmaktadır.

In situ denemesinde elde edilen ürünün 24 saat süreyle %90 düzeyinde korunduğı görülmüştür. Süt sığırlarına verilmesi sırasında hayvanların tüketiminde herhangi bir problemle karşılaşılmadan yemeleri sağlanmıştır. Denemede verilen korunmuş yağ miktarı düşük olduğı için süt içerikleri açısından değişiklik oluşturup oluşturmadığı tespit edilememiştir. Denemede kullanılan korunmuş yağların daha yüksek düzeyde ve et ve süt yağ profiline bakılarak tekrar test edilmesine ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak; Ca sabunu haline getirilerek elde edilen korunmuş yağların daha ucuza imalı ve çiftlik şartlarında üretimi gerçekleştirilebilir fakat bunun için uygulanacak prosedürün standardize etmek amacıyla yeni bir kısım çalışmalara daha ihtiyaç olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- ADM Alliance Nutrition. (2015). Rumen Bypass Fats More than Just Energy Source. <http://www.admani.com/Dairy/Technical%20Bulletins/Dairy%20Rumen%20Bypass%20Fats.htm>
- Bulgurlu, Ş. & Ergül M. (1978). *Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Yöntemleri*, Ege Üniversitesi Yayınları, Ege Üniversitesi Matbaası.
- 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.
- Christie, W.W. (1982). A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters. *Journal of lipid research*, 23(7), 1072-1075.
- Cronjé, P.B. & Oberholzer, E. (1990). Calcium soap: a potential energy supplement for the grazing ruminant. *Department of Agricultural Development, South Africa*, 223, 3-9.
- Orskov, E. R., Hovell, F. D. & Mould, F. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, 5(3), 195-212.
- Palmquist, D.L., Jenkins, T.C. & Joyner Jr., A.E. 1986. Effect of Dietary Fat and Calcium Source on Insoluble Soap Formation in the Rumen. *Journal of Dairy Science Volume*, 69(4), 1020-1025.
- Elliott, J.P., Drackley, J.K. & Weigel, D.J. (1996). Digestibility and effects of hydrogenated palm fatty acid distillate in lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, 79, 1031–1039.
- Ganjkhanelou, M., Rezayazdi, K., Ghorbani, G.R., Denghan, B.M., Morraveg, H. & Yang, W.Z. (2009). Effects of protected fat supplements on production of early lactation Holstein cows. *Animal Feed Science Technology*, 154, 276-283.
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. (1970). *Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures And Some Applications) USDA Handbook*, No:379, U.S. Govt., Printing Office, Washington, D.C.
- Kutlu, H.R. (2008). *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri*. Çukurova Üniversitesi.
- Jenkins, T.C. & Palmquist, D.L. (1984). Effect of Fatty Acids or Calcium Soaps on Rumen and Total Nutrient Digestibility of Dairy Rations. *Journal of Dairy Science*, 67, 978-986.

- Resmî Gazete (2004). *Yemlerde Kullanılacak Yağlar Hakkında Tebliğ*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/09/20040917.htm>
- Palmquist, D.L. & Jenkins, T.C. (1980). Fat in lactation rations: review. *Journal Dairy Science*, 63, 1–14.
- Özkul, H. (2005). Nylon Torba Tekniği'nde Varyasyon Kaynakları. *Hayvansal Üretim*, 46(1), 44-49.
- Naik, P.K. (2013). Bypass fat in dairy ration. *Animal Nutrition of Feed Technology*, 13, 147-163.
- Nam, I.S., Choi, J.H., Seo, K.M. & Ahn, J.H. (2014). *In vitro* and lactation responses in mid-lactating dairy cows fed protected amino acids and fat. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(12), 1705-1711.
- Savoini, G., Agazzi, A., Invernizzi, G., Cattaneo, D., Pinotti, L. & Baldi, A. (2010). Polyunsaturated fatty acids and choline in dairy goats nutrition: Production and health benefits. *Small Ruminant Research*, 88(2-3), 135-144.
- Sukhija, P.S. & Palmquist, D.L. (1990). Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. *Journal of Dairy Science*, 63(1), 1-14.
- Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass and forage science*, 18(2), 104-111.
- Tunç, A.E. (2017). *Tam Yağlı Soya, Soya Küspesi ve Ekstrude Soyanın In Situ ve In Vitro Rumen Protein Parçalanabilirlikleri Arasındaki İlişkiler*. (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Yilmaz, A., Corduk, M., Toprak, N. N., & Pulatsu, S. (2009). Effects of the supplemental protected fat to concentrate feed on performance and some milk parameters in dairy goats. *Journal of Animal Veterinary Advances*, 8(11), 2143-2146.
- Zinn, R.A. (2014). Fat quality and feeding value of fat for feedlot cattle. <http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/zinn/pdf/12.Pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İsmail ASLAN

Doğum Yeri ve Yılı : Malatya, 1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : asl_aslan_44@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Yunus Emre Endüstiri Meslek Lisesi, Malatya, 1998

Önlisans : Trakya Üniversitesi Tekirdağ Meslek Yüksek Okulu
Endüstriyel Elektiryonik Bölümü, Tekirdağ, 2002

Lisans : Gazi Osmanpaşa, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tokat,
2007

Mesleki Deneyim

Atasancak Tarım İşletmesi, Acıpayam, Denizli	2009-2014
İşletme Müdürü Şirin Tekstil Tarım İşletmesi Silivri İstanbul	2014-2015
Anka Hayvancılık Çatalca, İstanbul,	2015-2017
Uzman Türk Hava Yolları, Yeşilköy İstanbul	2017.....(halen)

Yayınlar

Aslan, İ. & Yavuz M. (2018). *Süt İnekleri İçin Korunmuş Yağ Üretimi ve Kullanımı Poster Sunumu*. 13. Zootečni Öğrenci Kongresi, Antalya.