



**FARKLI SOYA ÜRÜNLERİNİN İN SİTU
VE İN VİTRO SİNDİRİLEBİLİRLİK
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Ümit ÖZÇINAR

Doktora Tezi
Danışman: Prof. Dr. İsmail BAYRAM

Tez No: 2021-001

**T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**FARKLI SOYA ÜRÜNLERİNİN İN SITU VE İN VİTRO
SİNDİRİLEBİLİRLİK DÜZEYLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan
Ümit ÖZÇINAR**

**Danışman
Prof. Dr. İsmail BAYRAM**

**Tez No: 2021-001
AFYONKARAHİSAR**

**Bu tez çalışması; Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Proje Araştırmaları
Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: “17.SAĞ.BİL.04.”**

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda **Ümit Özçınar** tarafından hazırlanan "*Farklı Soya Ürünlerinin in Situ ve in Vitro Sindirilebilirlik Düzeylerinin Karşılaştırılması*" adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 04/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği ile DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir

Başkan

Prof.Dr. İsmail Bayram

Üye

Prof. Dr. Hasan Çiçek

Üye

Prof.Dr. Zehra Selçuk

Üye

Doç. Dr. Mustafa Salman

Üye

Dr. Öğ.Üy. Cangir Uyarlar

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Esmâ KOZAN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım

Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

04/02/2021

İmza

Ümit Özçınar

ÖZET

Farklı Soya Ürünlerinin İn Situ ve İn Vitro Sindirilebilirlik Düzeylerinin Karşılaştırılması

Bu araştırma, dört farklı soya ürününün [Soya küspesi (SK), soy pass (SP), soya flake (SF), tam yağlı soya (TYS)] in-situ ve in-vitro parçalanabilirliğinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, soya ürünlerinin rumende in-situ parçalanabilirliğini belirlemek için 3 adet Kahverengi İsviçre esmeri inek ve 3 adet Melez dişi Manda (Murrah x Anadolu) (> 2 yaşında) kullanılmıştır. Rumende yıkılabilirlik testleri için tüm hayvanlarda sol paralumbar fossaya sabit kanüller yerleştirilmiştir. Dört farklı soya ürünlerine ait numuneler rumende kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), organik madde (OM) ve ham kül (HK) yıkılabilirliklerinin tespiti için naylon keselerde rumende 4., 8., 12., 16., 24. saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Ayrıca çalışmanın ikinci aşamasında soya ürünlerinin in vitro yıkılabilirliklerini 48 saat süreyle belirlemek için Daisy inkubator cihazı kullanılmıştır. Daisy inkubator cihazından çıkarılan numuneler NDF analizine tabi tutulmuştur. İn situ denemelerinde sadece SP'da 24 saatlik KM sindirilebilirlik değerleri ortalamaları sığır ineğinde manda ineğine göre anlamlı bir biçimde farklı bulunmuştur (Sırasıyla %47,54 ve %49,61; P=0,0001). İn situ en yüksek KM sindirilebilirliği 24. saatte SK'de manda ineğinde (%86,16), en düşük ise SP'de sığır ineğinde (%63,60) bulunmuştur. KM kinetik sindirilebilirlik değerleri arasında SF'de %2, %5, %8 ve SP'de %2 teorik pasaj hızlarında türler arasında farklılık görülmüştür. Sadece SF'de 24 saatlik HP sindirilebilirlik değerleri ortalamaları inekte mandaya göre anlamlı bir biçimde farklı bulunmuştur (Sırasıyla %50,47 ve %42,92; P=0,03). En yüksek HP sindirilebilirliği 24. saatte SK'de mandada (%83,04), en düşük ise SP'de inekte (%45,25) bulunmuştur. HP kinetik yıkılabilirlik değerleri arasında TYS'de b ve c fraksiyonlarında, SF'de UF'değerinde, SP'de ise a fraksiyonunda türler arasında farklılık görülmüştür. TYS ve SF için 24 saatlik HY yıkılabilirlik değerleri ortalamaları inekte mandaya göre anlamlı bir biçimde farklı bulunmuştur (Sırasıyla %60,46, %91,21; P<0,0001 ve %71,27, %38,13; P<0,0001). En yüksek HY sindirilebilirliği 24. saatte TYS'da mandada (%99,1), en düşük ise SK'de mandada (%64,24) bulunmuştur. HY kinetik yıkılabilirlik değerleri arasında TYS'de a, b, c; SF'de a, b; SP'de ise a, b, c fraksiyonlarında, TYS'de %2, %5, %8; SF'de %5, %8; SP'de %5'lik teorik pasaj hızlarında türler arasında farklılık görülmüştür. Kullanılan hiçbir yem maddesinde HK değerlerinde türler arasında farklılık görülmemiştir. En yüksek HK değeri 24. saatte SK'da mandada (%84,07), en düşük ise SP'de inekte (%63,96) olarak bulunmuştur. HK kinetik yıkılabilirlik değerleri arasında TYS'de c; SF'de a fraksiyonlarında, TYS'de %5, %8 teorik pasaj hızlarında türler arasında farklılık görülmüştür. Daisy İnkubatörde 48 saat inkübasyondan sonra yapılan NDF analizi ile belirlenen in-vitro yıkılabilirlik sonuçlarına göre SK ve SF'de türler arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. En yüksek sonuç SK'de (%98,59), en düşük sonuç ise SF'de (%90,28) olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, farklı soya ürünlerinin sindirilebilirliğinin mandalarda, ineklerden daha yavaş olabileceğini ve rumende ilk saatlerde KM parçalanabilirliğinin ineklerde mandalara göre daha hızlı olduğunu ortaya koymuştur. Ancak KM parçalanabilirliği, mandalarda daha ilerleyen saatlerde rumende ineklerden daha hızlı olmuştur. HP sindirilebilirliğinde SP gibi by-pass özelliği yüksek olan hammaddelerinin mandada rumen sindirilebilirliği diğer hammaddelere göre düşük olarak çıkmıştır. Numunelerin rumendeki inkübasyon süreleri uzadıkça HP sindirilebilirliği manda ineği yönünde pozitif olarak artmaktadır. Ayrıca TYS gibi yağ oranı yüksek hammaddelerde manda ineğinin HY sindiriminde sığır ineğine göre çok yüksek değerler vermiştir. Soya ürünlerinin mandalar ve inekler arasında karşılaştırmalı in-vivo, in-situ ve in-vitro yöntemleriyle yıkılabilirlik oranlarının belirlenmesi için daha fazla çalışmaya gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Manda, İnek, Soya, in-situ, Daisy inkubatör, Yıkılabilirlik

SUMMARY

Comparison of In-Vivo and In-Vitro Degradability of Different Soy Products

This research was carried out to determine the in-situ and in-vitro degradability of four different soy products [Soybean meal (SM), soy pass (SP), soy flake (SF), full-fat soybean (FFS)]. In the study, 3 Brown Swiss cow and 3 Crossbreed Buffalo (Murrah x Anatolian) (> 2 yearsold) were used to determine the in-situ rumen degradability of soy products. Constant cannulas were placed on left paralumbar fossa for all animals. Soy products samples were weighed into nylon bags for determination of dry matter (DM), crude protein (CP), crude fat (CF), organic matter (OM) and crude ash (CA) in rumen degradability at 4th, 8th, 12th, 16th, 24th hours. In addition, in the second stage of the study, a daisy incubator and NDF analyses were used to determine the in vitro true digestibility of soy products for 48 hours. At the in-situ experiments, the average of 24 hour DM digestibility values were found to be significantly different at cattle compared to buffalo in only SP (47,54% and 49,61%, respectively; $P = 0,0001$). The highest DM digestibility in situ at the 24th hour was found in SM at buffalo (86,16%) and the lowest in SP at cattle (63,30%). Differences were found between species in teoric passage rates of 2%, 5%, 8% in SF and 2% in SP among the kinetic digestibility values of DM. The average of 24 hour CP digestibility values were found to be significantly different at cattle than buffalo in only SF (50,47% and 42,92%, respectively; $P = 0,03$). The highest CP digestibility in situ at the 24th hour was found in SM at buffalo (83,04%) and the lowest in SP at cattle (45,25%). Differences were found between species in fractions b and c in FFS, UF in SF and fraction a in SP among kinetic digestibility values of CP. The average of 24 hour CF digestibility values were found to be significantly different at cattle than buffalo in FFS and SF (60,46%, 91,21%; $P < 0,0001$ and 71,27%, 38,13%; $P < 0,0001$). The highest CF digestibility in situ at the 24th hour was found in FFS at buffalo (99,1%) and the lowest in SM at buffalo (64,24). Differences were found between species in fractions a, b, c in FFS and SP; a and b in SF in addition in teoric passage rates of 2%, 5%, 8% in FFS, 5% in SF, 5% in SP among kinetic digestibility values of CF. For all soy products we have used there was no differences detected between species in CA values. The highest CA digestibility in situ at the 24th hour was found in SM at buffalo (84,07%) and the lowest in SP at cattle (63,96%). Differences were found between species in fraction c in FFS, a in SF in addition in teoric passage rates of 5%, 8% in FFS among kinetic digestibility values of CA. A significant difference was observed between the species in SM and SF according to the in-vitro digestibility results determined by NDF analysis performed after 48 hours of incubation in the Daisy Incubator.

As a result, it was revealed that the digestibility of different soy products may be slower at buffalo than at cattle, and DM degradability in the previous hours of rumen is faster at cow than at buffalo. However, DM degradability was faster in the later hours at buffalo than cattle in the rumen. CP digestibility in rumen of the raw materials with high by-pass properties such as SP was determined lower than the other soy products at buffalo. CP digestibility positively increases towards the

buffalo with the increase of incubation period of the samples in the rumen. In addition, FFS which have high fat content gave the very high digestibility values at buffalo than cattle. The use of low quality roughages together with soy products with high protein content in the rations of buffalo may increase the conversion rate of the feed to yield. Further studies are needed to determine the digestibility rates of soy products in ruminants and especially buffaloes by in-vivo, in-situ and in-vitro methods compared to other ruminants.

Keywords: Buffalo, Cattle, Soy, in-situ, Daisy incubator, Degradability



ÖNSÖZ

Bu tezin tüm aşamalarında bana sabırla tüm tecrübelerini ve bilgilerini aktararak yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. İsmail BAYRAM'a teşekkürlerimi sunarım. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı hocalarım Prof. Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL, Dr. Öğ. Üy. Cangir UYARLAR, tüm çalışma boyunca istatistik hesaplamalarında desteğini esirgemeyen Dr. Öğ. Üy. E. Eren GÜLTEPE'ye ve yurtdışından bile yardımcı olmak için elinden geleni yapan Dr. Aamir IQBAL'e teşekkürlerimi bir borç bilirim. Kendi çalışmalarını erteleyip bana yaptıkları yardımlarını hiç unutamayacağım Prof. Dr. A. Fatih FİDAN ve Doç. Dr. Deniz YENİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Desteklerinden dolayı AKÜ BAPK personeline ve AKÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü personeline teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın gerçekleştirildiği benim de uzun süre müdürlük görevini üstlendiğim AKÜ Veteriner Fakültesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nin tüm çalışanlarına emeklerinden dolayı teşekkür ederim. Benim bu günlere gelmemde büyük emekleri olan canım aileme bilhassa minnettarım.

Ümit ÖZÇINAR

Afyonkarahisar

2021

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
KABUL VE ONAY SAYFASI	
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	
ÖZET	I
SUMMARY	III
ÖNSÖZ SAYFASI	V
İÇİNDEKİLER	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR	IX
ŞEKİLLER	XII
ÇİZELGELER	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Soya	1
1.1.1. Soyanın Dünyadaki yeri	1
1.1.2. Dünya Soya Ticareti	5
1.1.3. Soyanın Türkiye’deki Yeri	7
1.1.4. Soyanın Hayvan Beslemede Kullanımı	12
1.2. Soyaya Yapılan İşlemler	16
1.2.1. Kavurma	16
1.2.2. Extrusion (sıkma)	17
1.2.3. Expeller	18
1.2.4. Lingsulfonat Uygulaması	18
1.3. Soya Küspesi	18
1.4. Tam Yağlı Soya	19
1.5. Soya Flake	20
1.6. Soypass	21
1.7. Ruminantlarda Protein Sindirimi	21
1.7.1. Rasyon Ham Protein Kimyası	24

1.7.2. Ruminal Protein Degredasyon Mekanizması	26
1.7.3. Rumende Protein Degredasyonunun Kinetiği	28
1.7.4. Azot Çözünürlüğü ve Protein Degredasyonu Arasındaki İlişki	33
1.7.5. Nitrojen Substratları için Mikrobiyel Gereksinimler	34
1.7.6. Rumen Korumalı Proteinler	36
1.7.7. Rumende Yıkımlanmayan Yem Proteinlerinin Pasajları	39
1.7.8. Rumen Korumalı Yem Proteinlerinin Sindirilebilirliği	40
1.8. Naylon Kese Yöntemi	44
1.9. Daisy İnkübatör	46
1.9.1. İnokulum	50
1.9.1.1. Rumen Sıvısı	50
1.9.1.2. Dışkı	51
1.9.1.3. Enzim	52
1.9.2. Kullanılan Keseler, Örnek Ağırlığı ve Miktarı	53
1.9.3. Tampon Çözeltiler	54
1.9.4. Daisy İnkübatörün Diğer Yöntemler ile Karşılaştırılması	54
2. MATERYAL ve METOT	56
2.1. Materyal	56
2.1.1. Hayvanlar ve Yönetim	56
2.1.2. Yem Materyali	58
2.2. Metot	58
2.2.1. Naylon Kese Yöntemi	58
2.2.1.1. Naylon Kese Yöntemi için Örnek Hazırlanması	58
2.2.1.2. Ruminal Yıkımlanma	58
2.2.1.3. Kimyasal Analizler	59
2.2.2. Daisy İnkübatör	59
2.2.2.1. Daisy İnkübatör için Örnek Hazırlanması	59
2.2.2.2. Daisy İnkübatör için İnokulum Hazırlanması	59
2.2.2.3. Daisy İnkübatör için Tampon Çözeltilerin Hazırlanması	60
2.2.2.4. İnkübasyon ve Hesaplamalar	61
2.2.3. İstatistik Analizler	62
3. BULGULAR	64

3.1. Soya Küspesi	64
3.2. Tam Yağlı Soya	69
3.3. Soya Flake	75
3.4. Soypass	81
3.5. Daisy İnkübatör	87
4. TARTIşMA	88
4.1. İn situ	88
4.2. İn Vitro	96
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	100
6. KAYNAKLAR	101
7. EKLER	120
7.1. Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı	120
�ZGEÇMİş	121

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AA:	Aminoasit
ABD:	Amerika Birleşik Devletleri
ADF:	Asit Deterjan Selülozu
ADII:	Daisy İnkübatör
ADIN:	Asit Deterjanda Çözünmeyen Azot
AS:	Amerikan Soya
BAP:	Bilimsel Araştırma Projeleri
BİN HA:	Bin Hektar
BY-PASS:	Rumende parçalanmayan hammadde
°C:	Santigrat
C1:	Boş torba düzeltme faktörü
C2:	Boş torba kül düzeltme faktörü
CaCl₂·2H₂O:	Kalsiyum Klorür Dehidrat
CO₂:	Karbondioksit
DA:	Dekar
DIP:	Tüketilen Proteinin Parçalanabilirliği
EAA:	Esansiyel Aminoasit
ED:	Efektif Sindirilebilirlik
EHP:	Endojen Ham protein
EPD:	Etkili Protein Sindirilebilirliği
FBT:	Filtreli Kese Yöntemi
GDO:	Genetiği Değiştirilmiş Organizma
GVS:	Goering ve Van Soest Yöntemi
HK:	Ham Kül
HP:	Ham Protein
HY:	Ham Yağ
IVGKMS:	In Vitro Gerçek Kuru Madde Sindirilebilirliği
IVGS:	In Vitro Gerçek Sindirilebilirlik
Kd:	Fraksiyonel Sindirilebilirlik Oranı
KH₂PO₄:	Monopotasyumfosfat
KKTC:	Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

KM:	Kuru Madde
Kp:	Fraksiyonel Pasaj Oranı
m:	Metre
Meq:	Miliekivalan
mg:	Miligram
MgSO₄7H₂O:	Magnezyumsülfat Heptahidrat
MHP:	Mikrobiyel Ham Protein
MİLYON HA:	Milyon Hektar
ml:	Mililitre
mm:	Milimetre
MP:	Mikrobiyel Protein
N:	Azot
Na₂CO₃:	Sodyum Karbonat
Na₂S-9H₂O:	Sodyum Sülfid
NaCl:	Sodyum Klorür
NAL:	Rumen Sonrası Mevcut Lizin
NaOH:	Sodyum Hidroksit
NDF:	Nötral Deterjan Selülozu
NH₃:	Amonyak
NPN:	Protein olmayan azot
OM:	Organik Madde
P:	Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri
pH:	Asit- Baz Değeri
RDP:	Rumende parçalanmış protein
RUP:	Rumende parçalanmamış protein
SB:	Soya Fasülyesi
SBM:	Soya Fasülyesi Küspesi
SF:	Soya Flake
SK:	Soya Küspesi
SP:	Soy-pass
TCA:	Trikloroasetik asit
TFOM:	Gerçek Fermente Edilebilir Organik Madde

TT:	Tiley-Terry yöntemi
TUİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
TYS:	Tam Yağlı Soya
UIP:	Parçalanmayan alınan Protein
vb:	Ve bazı
vd:	Ve diğerleri
W1:	Torba Ağırlığı
W2:	Numune Ağırlığı
W3:	İn Vitro ve NDF Analizleri sonunda elde edilen torba ağırlığı
%:	Yüzde
YYO:	Yemden yararlanma oranı

ŞEKİLLER

SAYFA

Şekil 1.1: Dünya soya ekim alanları (bin ha) (USDA, 2018).....	
Şekil 1.2: Ülkelere göre dünya soya ekim alanı (bin ha) 2015-2016 (USDA, 2018).....	
Şekil 1.3: Dünya soya üretimi (bin ton) (USDA, 2018).....	
Şekil 1.4: Ülkelere göre dünya soya üretimi (milyon ton) (USDA, 2018).....	
Şekil 1.5: Türkiye'de 2016 yılı soya üretim alanlarının illere göre dağılımı (%) (TÜİK, 2017).....	
Şekil 1.6: Türkiye'de illere göre soya verim ortalamaları (kg/da) (TÜİK, 2017).....	
Şekil 1.7: Soya Flake yapım aşamaları (Muredzi, 2013).....	
Şekil 1.8: Borat-fosfat, nötral deterjan, asit deterjan solüsyonları kullanılarak hamprotein fraksiyonlarının analizi (Sniffen vd.,1992).	
Şekil 1.9: Daisy inkübatör (Ankom Technology Corporation Fairport, New York, NY, USA).	
Şekil 3.1: Soya küspesinin zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.2: Soya küspesinin zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri	
Şekil 3.3: Soya küspesinin zaman bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.4: Soya küspesinin zamana bağlı HK in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.5: Tam yağlı soyanın zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.6: Tam yağlı soyanın zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri	
Şekil 3.7: Tam yağlı soyanın zamana bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.8: Tam yağlı soyanın zamana bağlı HK in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.9: Soya flake'in zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.10: Soya flake'in zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri	
Şekil 3.11: Soya flake'in zamana bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri	
Şekil 3.12: Soya flake'in zamana bağlı HK in situ yıkılabilirlik düzeyleri	
Şekil 3.13: Soypass'ın zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri.....	
Şekil 3.14: Soypass'ın zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri	
Şekil 3.15: Soypass'ın zamana bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri	
Şekil 3.16: Soypass'ın zamana bağlı HK in situ yıkılabilirlik düzeyleri	

ÇİZELGELER

SAYFA

Çizelge 1.1: Ülkeler itibarıyla dünya soya ihracatı (USDA, 2018).....	
Çizelge 1.2: Ülkeler itibarıyla dünya soya ithalatı (USDA, 2018).....	
Çizelge 1.3: Türkiye'de 2016 yılı soya üretim alanları illere göre dağılımı (da) (TUIK, 2017).....	
Çizelge 1.4: Çeşitli protein kaynaklarında lizin, metiyonin, sistin ve treoninin standart sindirilebilirlik değerleri (Amipig, Aventis Animal Nutrition, 2000).....	2
Çizelge 2.1: Çalışma sırasında hayvanlara verilen basal rasyonun içerik ve kimyasal kompozisyonu	5
Çizelge 2.2: Çalışmada kullanılan dört farklı hammaddenin besin madde içerikleri	6
Çizelge 2.3: Tampon çözelti A içeriği	6
Çizelge 2.4: Tampon çözelti B içeriği	6
Çizelge 3.1: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği % Hat:	
Çizelge 3.2: Soya küspesinin KM kinetik sindirebilirlik değerleri	6
Çizelge 3.3: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği %.....	7
Çizelge 3.4: Soya küspesinin HP kinetik yıkılabilirlik değerleri	7
Çizelge 3.5: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği %.....	7
Çizelge 3.6: Soya küspesinin HY kinetik yıkılabilirlik değerleri	7
Çizelge 3.7: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği %	7
Çizelge 3.8: Soya küspesinin HK kinetik yıkılabilirlik değerleri.....	6
Çizelge 3.9: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği %.	7
Çizelge 3.10: Tam yağlı soyanın KM kinetik yıkılabilirlik değerleri.....	7
Çizelge 3.11: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği %	8
Çizelge 3.12: Tam yağlı soyanın HP kinetik yıkılabilirlik değerleri.....	8
Çizelge 3.13: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği %	8
Çizelge 3.14: Tam yağlı soyanın HY kinetik yıkılabilirlik değerleri	8
Çizelge 3.15: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği %	8
Çizelge 3.16: Tam yağlı soyanın HK kinetik yıkılabilirlik değerleri	7
Çizelge 3.17: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği %.....	7
Çizelge 3.18: Soya flake'in KM kinetik yıkılabilirlik değerleri	7
Çizelge 3.19: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği % 77	
Çizelge 3.20: Soya flake'in HP kinetik yıkılabilirlik değerleri.....	7
Çizelge 3.21: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği %.....	7
Çizelge 3.22: Soya flake'in HY kinetik yıkılabilirlik değerleri	7
Çizelge 3.23: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği %.....	9
Çizelge 3.24: Soya flake'in HK kinetik yıkılabilirlik değerleri	9
Çizelge 3.25: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği %.....	9
Çizelge 3.26: Soypass'ın KM kinetik yıkılabilirlik değerleri	9
Çizelge 3.27: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği %	9
Çizelge 3.28: Soypass'ın HP kinetik yıkılabilirlik değerleri.....	9
Çizelge 3.29: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği %	9
Çizelge 3.30: Soypass'ın HY kinetik yıkılabilirlik değerleri	9
Çizelge 3.31: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği %.....	9
Çizelge 3.32: Soypass'ın HK kinetik yıkılabilirlik değerleri	9

Çizelge 3.33: Daisy inkübatörde farklı soya ürünlerine ait in-vitro gerçek kuru madde
yıkılabilirlik sonuçları, %..... 9



1.GİRİŞ

1.1. Soya

Soya bitkisinin (*Glisin max* (L.) Merr.), 4 bin yıl öncesine kadar uzanan bir geçmişi vardır, dünyaya ilk yayılımın olduğu bölgeler Çin ve Kore gibi Uzak Doğu ülkeleridir. Çinliler soya için kutsal bitki, harika bitki, altın bitki, tanrı bitkisi, sarı mücevher ve kemiksiz et gibi isimler kullanmışlardır (Nazlıcan, 2010).

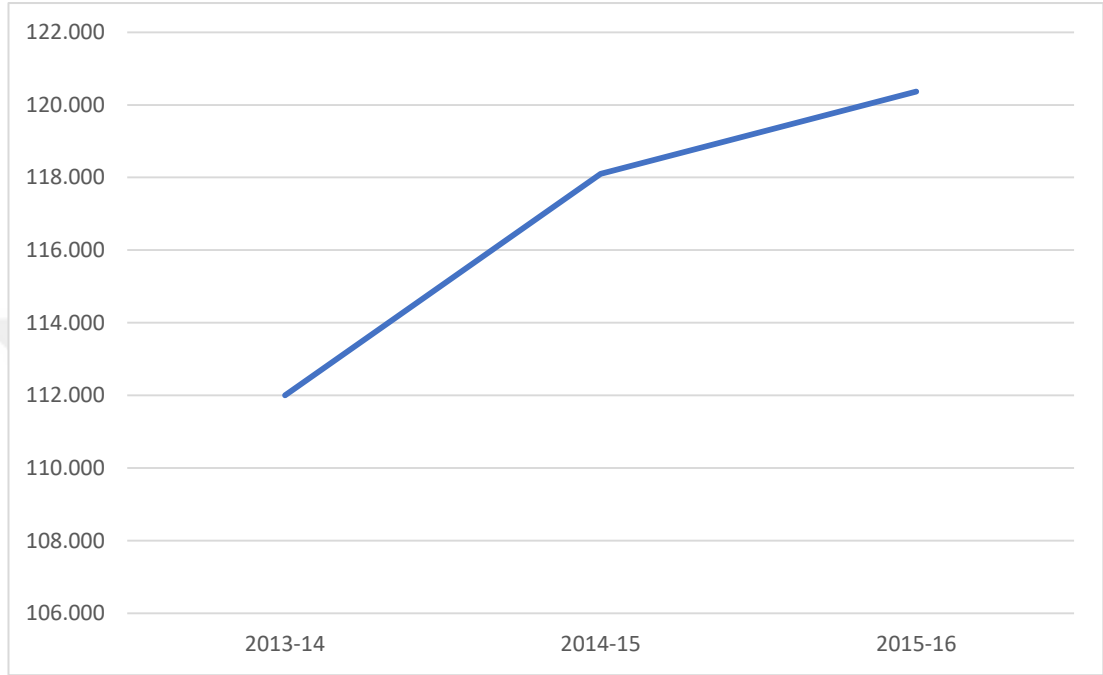
Soya fasulyesinin insan beslenmesinde kullanılması yanında hayvan beslemede de kullanımı oldukça yaygındır. Soya fasulyesi tohumu, %36-40 düzeyinde ham protein, %18-24 düzeyinde yağ içermektedir. Aynı zamanda baklagillerden olmasından dolayı topraktaki azot miktarını arttırarak kendisinden sonra ekilen ürünlerin verimini arttırmak için kullanılan gübre miktarını da düşürmektedir. Soya fasulyesi en önemli sanayii bitkilerinin arasında yer almaktadır (Nazlıcan, 2010).

1.1.1 Soyanın Dünyadaki Yeri

Ekim alanlarının büyüklüğü, üretim hacminin yüksek olması ve tüm dünyadaki ticaret açısından en önemli endüstriyel bitkiler arasında bulunan soyanın tarımı, Brezilya, ABD, Çin ve Arjantin bölgelerinde yoğunlaşmıştır (Oliveria ve Schneider, 2014). Bu ülkeler dünya toplam soya üretiminin yaklaşık %90'nını karşılamaktadır. Çin hariç Asya ve Afrika kıtası ülkeleri tüm dünya soya üretiminin sadece %5'ini karşılamaktadırlar. Dünya soya üretiminde ve ihracatındaki en yüksek yüzdeye sahip olan ülke ABD'dir. Yağlı tohumlar arasında ABD 'de soya üretimi %90 seviyelerindedir. ABD'de soya üretiminin büyük bir kısmı, küresel rakipleri karşısında nispeten düşük üretim maliyet avantajına sahip olan Orta Batı Bölgesi'nde meydana gelmektedir. Bu ülkede üretilen soyanın çok büyük bir kısmının ihraç edildiği yer Asya bölgesidir (Zhu, 2012).

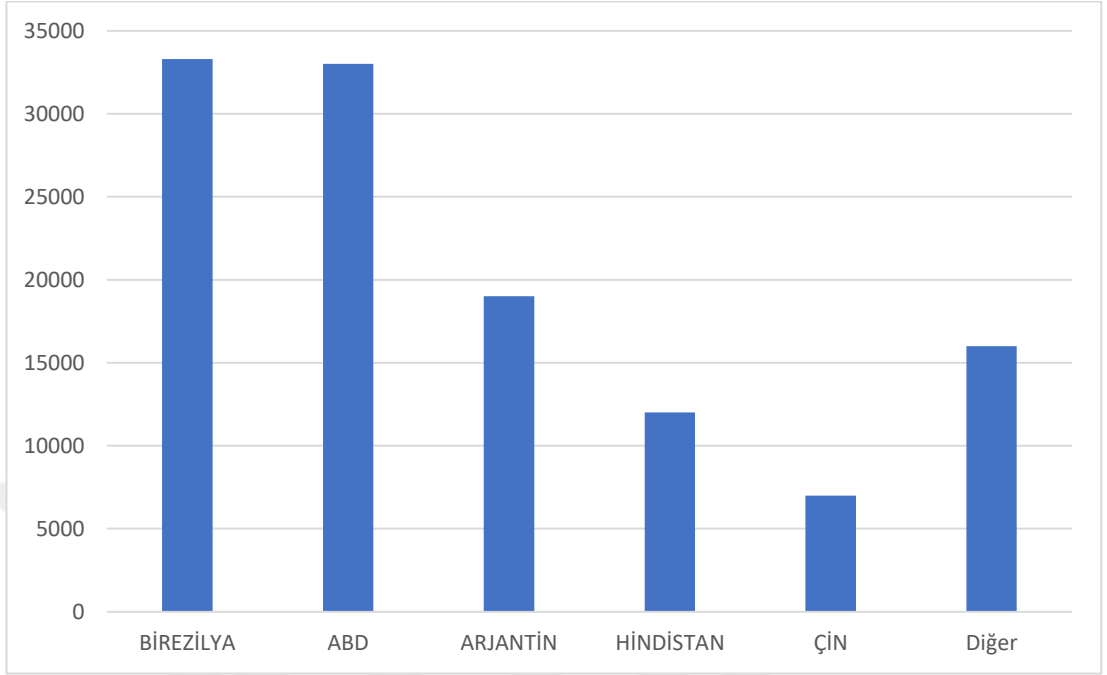
Çin'in ithalatının çok büyük bir kısmını yağlı tohumlar, yağlar ve soya oluşturmaktadır. Yağı alınan soya ve diğer yağlı tohumlardan elde edilen yüksek protein içeriğine sahip küspe, hayvan rasyonlarında kullanılmaktadır (Uçum, 2016).

Dünyada soya kullanımının artmasına paralel olarak soya ekim alanlarının her yıl giderek arttığı görülmektedir (Şekil 1.1). Bununla birlikte 2013/14 üretim sezonunda 112.398 bin ha olan dünya soya üretim alanları 2015/16 üretim sezonunda %7 oranında artarak 120.368 bin ha alana yükselmiştir (USDA, 2018).



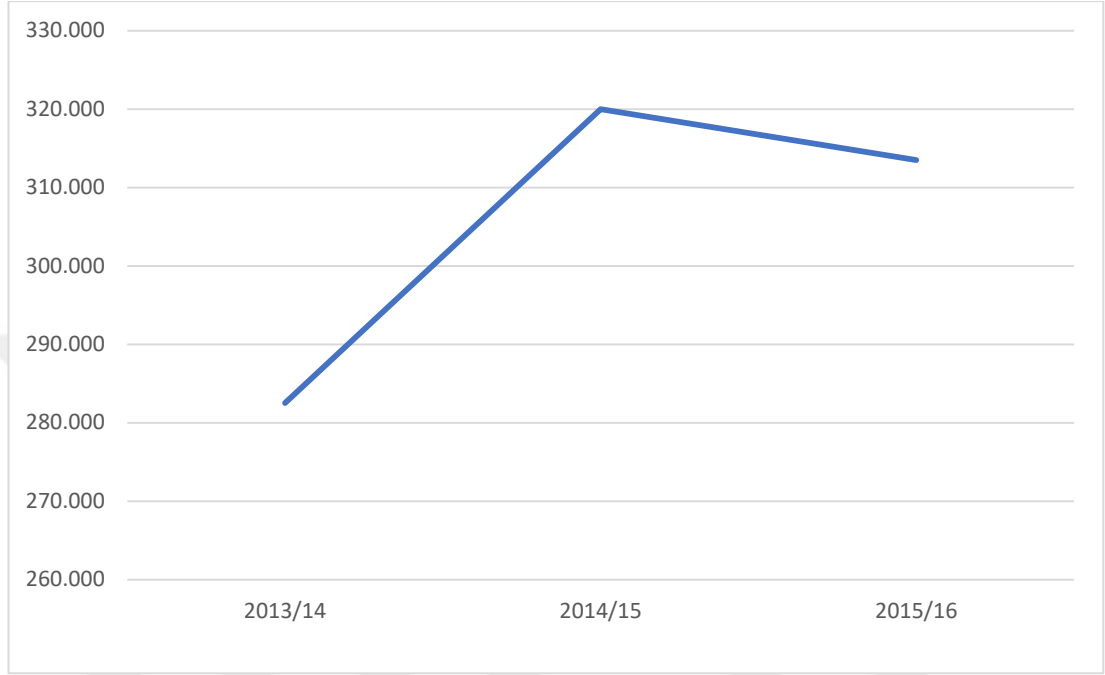
Şekil 1.1: Dünya soya ekim alanları (bin ha) (USDA, 2018)

Dünya soya ekim alanları Şekil 1.2’de gösterilmiştir. Brezilya 33,3 milyon ha alan ile 2015/16 üretim sezonunda dünya soya üretim alanlarında ilk sırada yer alırken, Brezilya’dan sonra ABD 33 milyon ha ile ikinci ve Arjantin 19,5 milyon ha ile üçüncü sırada yer almıştır. Çin ve Hindistan Brezilya, ABD ve Arjantin’den sonraki sıraları almışlardır. Dünya soya üretim alanlarında diğer ülkelerin toplam üretim alanları 16,3 bin ha olup, bu miktarın üçüncü sırada yer alan Arjantin’in üretim alanlarından bile daha küçük olduğu görülmektedir. Bu bahsedilen 5 ülkenin dünya soya üretiminin çok büyük bir kısmını ellerinde tuttuğu ve soya ticaretini belirledikleri söylenebilir (USDA, 2018).



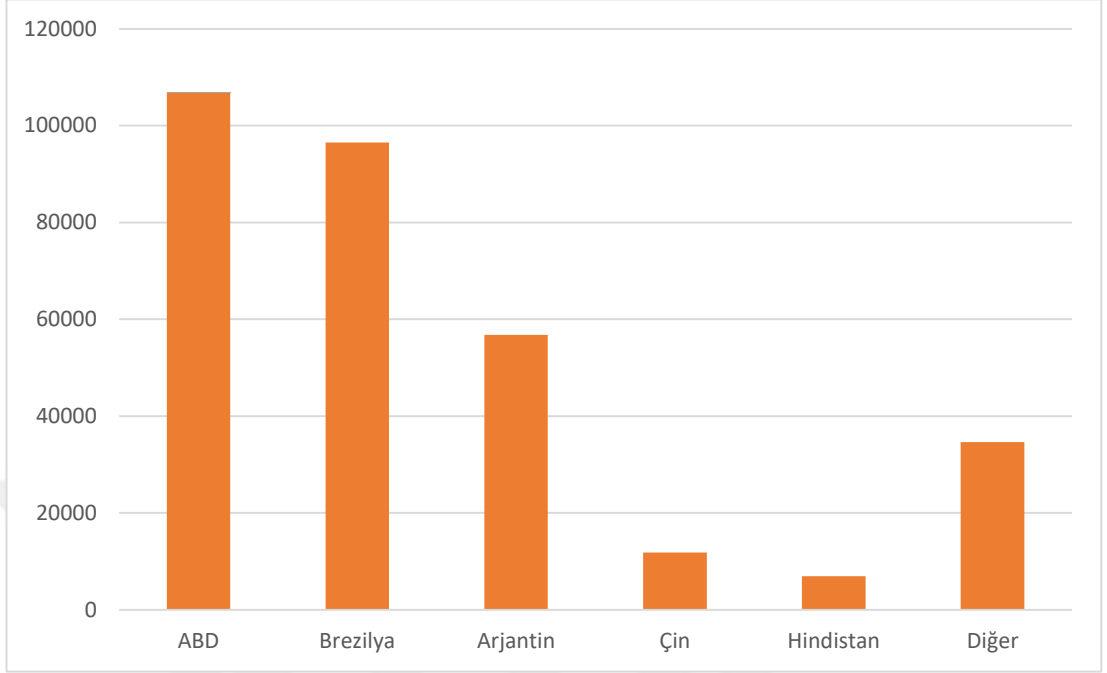
Şekil 1.2: Ülkelere göre 2015-2016 sezonunda dünya soya ekim alanı (bin ha) (USDA, 2018)

Dünya soya üretimi 2013/14 sezonunda 282,5 milyon ton iken 2015/16 sezonunda %10,98 oranında artış göstererek 313,5 milyon tona yükselmiştir. (Şekil 1.3)



Şekil 1.3: Dünya soya üretimi (bin ton) (USDA, 2018)

Ülkelere göre 2015/16 sezonunda dünya soya üretim miktarları Şekil 1.4'te gösterilmiştir. Dünya soya üretim miktarı 313, 5 milyon ton olurken, ilk 5 sırayı paylaşan ülkeler (ABD, Brezilya, Arjantin, Çin ve Hindistan) soya üretim miktarında ve soya üretim alanlarında aynıdır. ABD Dünya soya üretim miktarında 2015/16 sezonunda 106,8 milyon ton üretim ile ilk sırada yer alırken, Brezilya 96,5 milyon ton ile ikinci sırada yer almış, Arjantin 56,8 milyon ton ile üçüncü, Çin 11,8 milyon ton ile dördüncü ve Hindistan 6,9 milyon ton ile beşinci sırada yer almıştır. İlk beş ülkenin soya üretim miktarı 278,8 milyon ton olup, bu miktar dünya soya üretim miktarının %88,9'unu oluşturmaktadır. İlk beş ülke dışında kalan diğer ülkelerin soya üretim miktarı 34,6 milyon ton olup, bu miktarın üçüncü sırada olan Arjantin'in üretim miktarından daha düşük olduğu görülmektedir (USDA, 2018).



Şekil 1.4: Ülkelere göre dünya soya üretimi (milyon ton) (USDA, 2018)

1.1.2.Dünya Soya Ticareti

Dünya’da 2015/16 üretim ve pazarlama sezonunda soya ihracatı 132,5 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, bu ihracatın ülkelere göre dağılımı Çizelge 1.1’de gösterilmiştir. İlk sırada Brezilya 54,3 milyon ton ile yer alırken, ABD ise 52,8 milyon ton ile ikinci sırada yer almıştır. Arjantin, Paraguay ve Kanada ise ihracatta ilk beş sırada yer alan diğer ülkelerdir. Dünya soya ihracatının %41,03’ünü Brezilya, %39,88 ise ABD oluşturmuştur. İhracatta ilk beş sırada yer alan ülkelerin soya ihracatı toplamı, dünya ihracatının %95,66’sını oluşturduğu görülmektedir (USDA, 2018).

Çizelge 1.1: Dünya soya ihracatının ülkelere göre dağılımı (USDA, 2018)

Ülkeler	Milyon Ton
Brezilya	54,383
ABD	52,860
Arjantin	9,922
Paraguay	5.400
Kanada	4,236
Dünya	132,555

Dünya soya ithalatı 2015/16 üretim ve pazarlama sezonunda 133,33 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, bu ithalatın ülkelere göre dağılımı Çizelge 1.2’de gösterilmiştir. İthalatta ilk sırayı alan ülke Çin 83,23 milyon ton, ikinci sırada ise 15,12 milyon ton ile AB olmuştur. Meksika, Japonya ve Tayland ise ithalatta ilk beş sıranın içinde yer alan diğer ülkeler olmuşlardır. Dünya soya ithalatının büyük bir yüzdesi olan %62,42’sini tek başına Çin oluştururken, AB’nin oranı %11,34 ile sınırlı kalmıştır. İthalatta ilk beş sırada yer alan ülkelerin soya ithalatı toplam ithalatın %81,35’ini oluşturduğu görülmektedir (USDA, 2018).

Çizelge 1.2: Dünya soya ithalatının ülkelere göre dağılımı (USDA, 2018)

Ülkeler	Milyon Ton
Çin	83,23
AB	15,12
Meksika	4,126
Japonya	3,186
Tayland	2,798
Diğer	24,87
Dünya	133,33

1.1.3.Soyanın Türkiye’deki Yeri

TÜİK verilerine göre Türkiye’de 2016 yılında 2015 yılına göre soya üretim alanlarında %3,79 oranında artış sağlanmış, toplam 381.804 da alanda soya üretimi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1.3’deki veriler değerlendirildiğinde Türkiye’de 2016 yılında soya üretim alanı en fazla olan Adana ilinde 222,607 da olarak

görülmektedir. Daha sonra sırasıyla Mersin, Samsun, Osmaniye ve Şanlıurfa illeri gelmektedir (TÜİK, 2017).

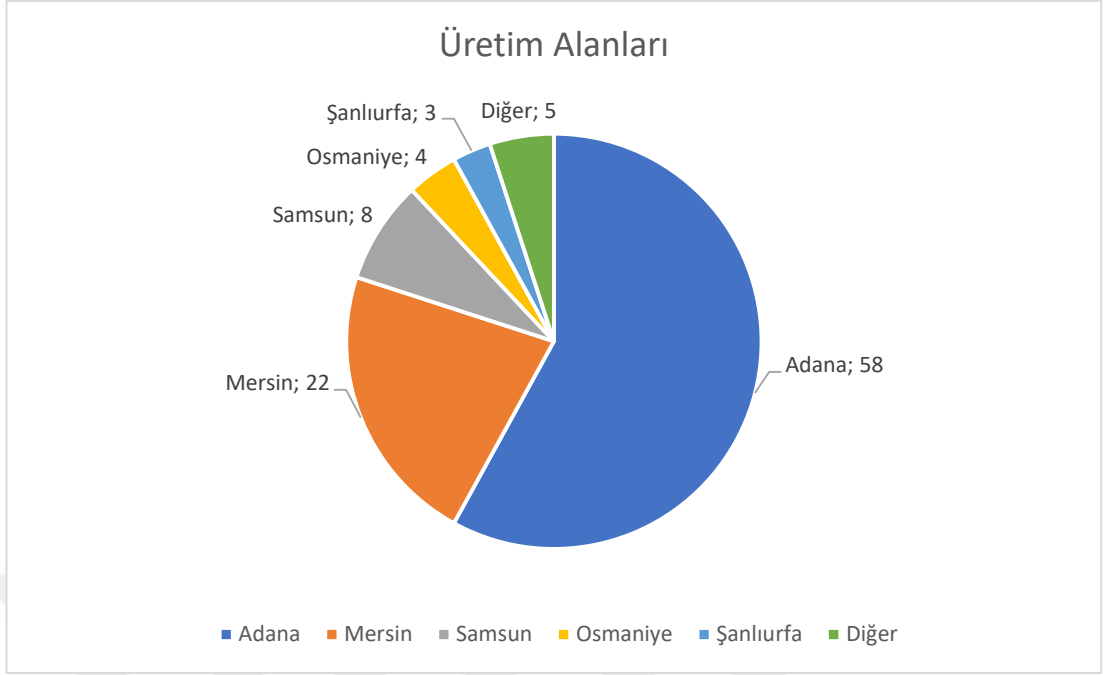
Çizelge 1.3: Türkiye'de 2016 yılı soya üretim alanları illere göre dağılımı (da) (TÜİK, 2017)

İller	Soya üretim alan (da)
Adana	222,607
Mersin	83,894
Samsun	30,083
Osmaniye	16,44
Şanlıurfa	11,09
Diğer	17,682
Toplam	381,804

Türkiye’de 2016 yılında soya üretim alanlarının illere göre oransal dağılımı Şekil 1.5’de gösterilmiştir. Türkiye soya üretim alanlarının tek başına Adana ilinin %58’ini

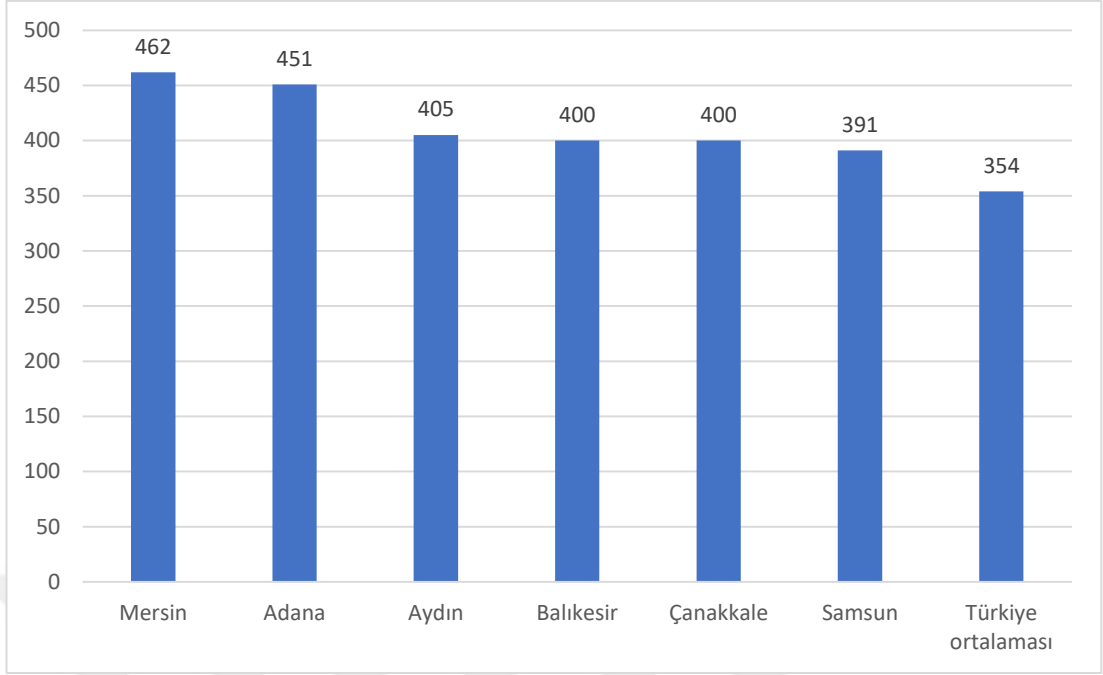
karşıladığı, Mersin ilinin ise %22 oranıyla ikinci sırada olduğu görülmektedir. İlk beş sırayı alan illerin üretim alanlarının tüm Türkiye soya üretim alanlarının %95'ini oluşturduğu görülmektedir (TÜİK, 2017).





Şekil 1.5: Türkiye'de 2016 yılı soya üretim alanlarının illere göre dağılımı (%) (TÜİK, 2017)

Türkiye, soya üretim miktarında ve üretim alanları bakımından dünya sıralamasında alt sıralarda yer almasına rağmen soya verimleri bakımından dünya ortalamalarından daha üst bir seviyededir. USDA, 2018 verilerine göre dünya 2016 yılı soya verim ortalaması 292 kg/da iken TÜİK verilerine göre Türkiye 2016 yılı soya verim ortalaması 354 kg/da'dır. Türkiye'de 2016 yılı soya verim ortalamalarının illere göre dağılımı Şekil 1.6'de gösterilmiştir. Mersin ili soya verim ortalaması 462 kg/da ile Türkiye'de ilk sırada yer alırken, Adana ili ise 451 kg/da ile ikinci sırada yer almıştır (TÜİK, 2017).



Şekil 1.6: Türkiye’de illere göre soya verim ortalamaları (kg/da) (TUİK, 2017)

Türkiye’nin soya ürünleri içerisinde dış ticarete en çok kullandığı soya fasulyesinin yağı alındıktan sonra geriye kalan ve hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan küspedir. Türkiye’de 2016 yılında 44 bin ton soya küspesi ihracına karşılık 664 bin ton soya küspesi ithalatı yapılmıştır. Soya küspesi ihracatının karşılığı 19 milyon dolar girdisi varken, ithalata 254 milyon dolar dış ödeme yapılmıştır. Soya küspesi ihracatının %62,4’ü Irak’a gerçekleştirilirken, KKTC, Lübnan, Türkmenistan ve Azerbaycan ise diğer ihracat yaptığımız ülkeler arasındadır. Türkiye ithal ettiği soyanın %71’i Arjantin’den dir. Türkiye’nin soya küspesi ithal ettiği diğer ülkeler ABD, Ukrayna, İspanya, Brezilya ve Bulgaristan’dır. Türkiye’nin soya ve soya küspesini Güney Amerika kıtasından ithal edip, Orta Doğu ülkeleri ve Türk Cumhuriyetleri ülkelerine ihracat yapmaktadır (TUİK, 2017).

Soyanın Türkiye’de ilk kez Karadeniz bölgesinde tarımı yapılmaya başlanması 1930’lu yıllara tekabül etmektedir. İkinci ürün ekimi projesi başlaması ile birlikte soyanın tarımının yapıldığı bölge iklim itibarıyla Akdeniz Bölgesi’ne kaymıştır. (TUİK, 2017).

Türkiye’de toplam yağlı tohum üretiminin sadece%4’ü soyaya ait olmasına rağmen dünyada bu oran %50’dir. (TUİK, 2017).

Birim alandan daha fazla ve ucuz protein sağlanması diğer hayvan yem kaynaklarına göre soyanın önemli üstünlüklerinden biridir. Soya proteini hayvansal proteine en yakın protein olup, biyolojik değeri çok yüksektir. Bu nedenle soya ve türevleri kümes hayvanlarında ve tüm ruminantların beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Günümüzde ekim alanı ve üretim bakımından Akdeniz Bölgesi’nde önemli bir yere sahip olan soya, özellikle Çukurova’da tahıl üretiminden sonra ikinci ürün olarak ön plana çıkmaktadır. Bu bölgedeki yetiştiricilerin ellerinde bulunan doğal kaynaklardan elde edilen sulama kolaylıklarının olması soyanın daha kolay üretilmesini sağlamaktadır (Bayer ve Yılmaz, 2004).

Türkiye’de soya en çok hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Nerede ise tamamı ithal edilmek durumunda kalınan soya ve soya ürünlerinin tüketimi kanatlı yemi üretiminin artışı oranında artmaktadır. Yem sanayi için yapılan ithalatın önemli nedenlerinden biri ithal küspelerinin protein oranlarının yerli üretime göre yüksek oluşudur. Türkiye soya üretimi açısından yeterli iklim koşullarına sahip olmasına rağmen, üreticilerin daha düşük maliyetli ürünleri tercih etmesi nedeniyle üretimde istenilen düzeye ulaşamamıştır (Öner, 2006). Ayrıca, ithal edilen soya ürünlerinin fiyatları yurtiçi fiyatlarından düşük olduğunda üreticiler ciddi pazarlama sıkıntıları yaşamakta ve bu sorunları yaşamayacağı ürünlere doğru kaymaktadırlar. Türkiye’de başlıca üretim bölgesi olan Çukurova bölgesinde soya, pamuk ve mısıra karşı maliyet avantajına sahiptir (Sirtoğlu, 2014).

1.1.4. Soyanın Hayvan Beslemede Kullanımı

Soyanın gıda maddesi olarak kullanılmasının dışında konumuzla alakalı olan hayvan beslemede kullanımı geniş bir yer tutmaktadır. Soya, rasyonlarda protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Hayvansal proteine en yakın protein olmasından dolayı ve işlendiğinde rumende yıkımlanmayan proteinler sağlanabildiğinden tüm ruminant rasyonlarında ve kanatlı beslemesinde kullanılmaktadır. Son zamanlarda petrol fiyatlarının yükselmesi dolayısıyla oluşan talebi karşılama adına biyodizel hammaddesi olarak da soya önem taşımaktadır (Onat, 2012).

Her ne kadar ülkemizde verilen destekler sonucunda soya üretimi artsa da oluşan talebin karşılanması sadece yurtiçinde üretilen soya miktarı ile mümkün olmadığından soya ithalatı gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde soyanın üretilmesi için iklimsel tüm şartlar uygun olmasına rağmen aynı bölgelerde üretilen diğer ürünler ile ekonomik anlamda rekabet edemediğinden üreticilerin tercihi olmamaktadır. Soyanın üretiminin arttırılması için oluşturulan fiyat politikalarının üretici için cazip hale getirilmesi, verilen desteklemelere güncellemelerinin yapılarak devam edilmesi gereklidir. Türkiye’de soya ana ürün olarak Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde ikinci ürün olarak da Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yetiştirilebilmektedir. Soyanın ekim alanlarını genişleterek yukarıda bahsedilen yöntemler uygulandığında hem bitkisel yağ açığımızın azaltılması hemde ithalattan karşılanan soya ürünlerinin kendi ülkemizde yetiştirilmesi sağlanabilecektir (Taşçı, 2018).

Ekim 2009 yılından bu yana, Türkiye'nin biyoteknoloji düzenlemelerinin soya ticareti üzerinde önemli etkileri olmuştur. GDO’lu ürünlere yasak getirilmesi ithalatta belirsizlikler oluşturmuştur. 26 Eylül 2010'da yeni bir Biyogüvenlik Yasası kabul edilmiştir. İki bin on yılında çıkarılan biyogüvenlik yasası ile GDO’lu soyanın gıda ve endüstriyel kullanımı yasaklanmış ve yem olarak kullanımına sınırlama getirilmiştir. Kanunun çıkarıldığı 26 Eylül 2010 tarihinden bugüne kadar Biyogüvenlik Kurulu kararı ile genetiği değiştirilmiş 10 adet soya çeşidi ve ürünlerinin yem amaçlı kullanımına izin verilirken, gıda olarak herhangi bir GDO’lu ürüne onay verilmemiştir (Anonim, 2012).

Türkiye’de hayvancılığın önemli sorunları arasında hayvanların otlatıldığı meraların kalitesinin düşük olması ve otlatma süresinin yıl içinde kısa olması, entansif yetiştiricilikteki hayvanların beslenmesinde kullanılan rasyonların dengeli ve yeterli olmaması, üretilen bitkiler arasında hayvan beslemede kullanılanların oranının düşük olması gibi sorunlar sayılabilir. Baklagillerin adaptasyon yeteneğinin yüksek olması nedeniyle buğdaygiller ile karışık olarak yetiştirilmesi hayvanlar için kaliteli ve yüksek verimli yemlerin üretilmesi açısından faydalı bir yöntem olabilir. (Ergin ve Aydemir, 2018)

Ülkemizde yetiştirilen hayvanların taze yeme ulaşmaları, yetiştirildikleri bölgenin iklim ve mera ile çayır koşulları ile de ilgilidir. Taze yeme ulaşamayan otlatmanın olmadığı dönemlerde hayvanlar yaşama ve verim payı için gerekli olan besin maddelerini farklı yemlerden karşılamak zorundadırlar (Filya ve Sucu, 2005).

Soyanın yetiştirilmesindeki ana husus yağ ve protein içeriklerinin yüksek ve kaliteli olmasıdır (Arioğlu vd., 2012). Ülkemizde akdeniz iklimi görülen yerlerde sulama yapılarak; ikinci ürün olarak ise Orta Karadeniz Bölümü’nde soyanın tarımı yapılabilmektedir (Bayer ve Yılmaz, 2004). Soyanın tarımına Karadeniz Bölgesi’nde 1930 yıllarında başlanmıştır. Son yıllarda ise Akdeniz Bölgesi ve özellikle Çukurova’da üretimi yapılmaktadır. On yıl öncesindeki üretimi gözönüne alırsak diğer baklagillere verilen desteğin daha fazla olması ve mısır yetiştiriciliğinin artması sonucu soya üretimi 50-60 bin tonlara kadar düşmüştür. Çiftçilere verilen desteklerin güncel tutulması ve ürünün yeteri kadar tanıtılıp münavebeli ekim üzerinde durulursa soyanın üretiminin artacağı düşünülmektedir (Nazlıcan, 2010).

Kanatlıların fizyolojik özellikleri ve buna bağlı olarak beslenmeleri ruminantlara göre farklılık göstermektedir. Metabolik hızları daha fazla olduğu için enerji gereksinimleri de fazladır. Bu hayvanlar için rasyon düzenlenirken enerji dengesi dikkate alınmalı ve enerji kaynağı kaliteli ve zengin olan hammaddeler kullanılmalıdır. Diğer çiftlik hayvanları gibi kanatlılarda gereksinimleri olan enerjiyi karbonhidrat, yağ ve proteinlerden elde etmektedirler. Kanatlıların enerji için ilk kullandığı kaynak karbonhidratlar daha sonra da yağlardır. Kanatlılar kolay çözünebilir karbonhidratları (nişasta vb.) daha etkin biçimde sindirebilmektedir

(Doğan, 1993). Kanatlı sektöründe etlik yetiştiriciliğinin rasyonlarının düzenlenmesinde gerek duyulan yüksek enerji sadece tahıllardan karşılanmayıp yemlik yağ adı verilen insan tüketiminde kullanılmayan katı ve sıvı yağlardan destek alınmaktadır (Özdoğan ve Sarı, 2001). Bu yemlik yağlar arasında soya yağı da vardır. Ayrıca enerji kaynağı ve protein kaynağı olarak tam yağlı soya ya da tam soya taneleri de rasyonlarda kullanılabilir. Kanatlı rasyonlarının hazırlanmasında protein kaynağı olarak soya ve türevlerinin rasyon proteininin yarısı oranında kullanılmasının iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Ergin ve Aydemir, 2018).

Soya her ne kadar ruminant ve kanatlı rasyonlarında ağırlıklı kullanılsa da balık, pet hayvanları ve at beslenmesinde de kullanımı vardır. Balık beslemede soya yan ürünlerinin kullanım oranı yüksektir. Soya yan ürünlerinin balık unu yerine geçebileceğine dair yapılmış çalışmalar mevcuttur. Deng vd. (2006)'nın Japon Pisi balıkları (*Paralichthys olivaceus*) ile yaptıkları bir çalışma sonucuna göre %25 oranında soya proteini konsantresi kullanımının balık ununa göre büyüme oranında düşüş elde etmişleridir. Refstie vd. (2001)'nin Atlantik Somonlar, Escaffre vd. (1997)'nin adi sazanlar ile Kaushik vd. (1995)'nin gökkuşağı alabalıklarıyla yaptıkları çalışmalarda soya proteini konsantresinin balık rasyonlarında balık unu yerine %40-75 oranında ve hatta tamamen yerine geçebileceğinin mümkün olduğunu bildirilmişlerdir (Deng vd., 2006; Yeşilayer vd., 2013).

Soya ürünleri balık beslenmesinde iyi bir amino asit kaynağı olmasından dolayı balık ununa alternatif olarak kullanılmaktadır. Tüm yem sektörüne hitap eden bir protein kaynağı olmasından dolayı ticarete önemli bir yeri vardır. Besi hayvanlarının rasyon maliyetleri açısından soya ve ürünleri belirleyici bir hammaddedir (Willis, 2003).

Tam yağlı soya gibi soya ürünleri pet hayvanlarının beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılmasının yanısıra at beslenmesinde de protein, enerji, mineral ve vitamin kaynağı olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2017b).

Ruminantlar için rasyon hazırlanırken yüksek protein içeriğine sahip hammaddelerin ruminal fermentasyona uğramadan doğrudan duodenuma geçerek burada sindirilmesi ve emilmesi istenen bir durumdur (Brooderick, 1978). Aslında daha ucuz kaynaklardan elde edilebilecek olan amonyağın yerine kaliteli ve yüksek protein ve

dolayısıyla yüksek maliyetli hammaddelerin kullanılması sonucu bu ürünler rumende fermentasyona uğrar ve rasyon maliyetinde gereksiz yükselmelere neden olurlar (Morgan, 1985). Bunun önüne geçebilmek için yüksek protein değerlerine sahip olan hammaddelerin çeşitli yöntemler ile rumen fermeantasyonundan korunması (by-pass) amaçlanmıştır. By-pass proteinler özellikle büyümekte olan ruminantlar ve yüksek süt verimli hayvanlar için önem arz etmektedir. Bu hayvanlarda mikrobiyel protein sentezi yeterli düzeyde olmadığından baklagil taneleri ve yağlı tohumların by-pass hale getirilip rasyonda kullanılması verimi ciddi anlamda etkileyecektir (Combs vd.1991).

Bu yüksek protein değerleri olan hammaddeleri by-pass hale getirmek için kullanılan, çeşitli kimyasal ve fiziksel yöntemler vardır (Müller vd., 1975; Suphi ve Tuncer, 1995).

Virtanen (1969), sunduğu çalışmada ruminantların ihtiyaç duydukları aminoasitlerin bir kısmının mikrobiyel proteinden bir kısmının ise rumen fermentasyonundan kaçan by-pass proteinden karşıladıklarını belirtmiş, sadece mikrobiyel protein ile beslenen süt sığırlarında verim, laktasyon ortalaması 4000 kg iken rasyona %20 ile %40 by-pass protein ilave edildiğinde sırasıyla süt verimi 1000kg, 1500 kg artış göstermiştir.

Qrskov vd. (1980), genç ve gelişmekte olan hayvanlar ile yüksek süt verimi olan hayvanlarda by-pass protein gereksiniminin diğer hayvanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Chandler (1989), soya küspesinin ruminantların rasyonlarında sık kullanılmasının nedeninin bu hammaddenin lezzetinin iyi olması yanında yüksek kullanılabilirliği olan ve yüksek bir aminoasit dengesine sahip olmasına bağlamış, diğer birçok by-pass protein kaynağına göre amino asit indeksinin üstün olduğunu belirtmiştir. Schingoethe (1996), ise rasyonlarda kullanılan başka yem proteinlerine göre soyanın lizin bakımından zengin olduğunu, metiyonin, valin ve izolöysin aminoasitlerinin ise sırasıyla birinci, ikinci ve üçüncü sınırlayıcı amino asitler olduğunu belirtmiştir.

Soya fasülyesi rasyon hammaddeleri arasında ham proteinin yüzdesi olarak en yüksek (%47,6) esansiyel amino asit yüzdelerinden birine sahiptir. Fakat soya ürünlerinde

soya fasulyesinin rumende sindirilme oranı yüksek olduğundan nispeten düşük protein oranına sahiptir (Schwab vd., 1995). Soya fasülyesindeki proteinin sadece %25 ila %34'ünün rumen fermentasyonundan kaçtığı tahmin edilmektedir (NRC, 1996).

Son yıllardaki yapılan çalışmalar soya fasulyesinin rumen sindiriminden kaçmasını sağlama ya da sindirimin en aza indirilmesi yönündedir. Bunun için çeşitli yöntemler denemiştir, bunlardan bazıları; ekstrüzyon, kavurma, ekspeller, lignosülfonat, formaldehit uygulamasıdır. Bu yöntemlerle muamele edilmesi ruminal by-pass protein içeriğini %70'e kadar artırır (Waltz ve Stern, 1989). Süt sığırlarına ısıtılmış soya fasülyesi içeren rasyon verilmesinin, süt üretimi ve / veya yemden yararlanma oranını arttırdığı belirtilmiştir (Schingoethe vd., 1988; Faldet vd., 1991; Nakamura vd., 1992).

Casper vd. (1994), arpa rasyonu ile beslenen hızlı büyüyen genç süt düvelerine ısıtılmış soya verildiğinde kilo alımında artış ve yemden yararlanmada iyileşme bulmuşlardır.

ABD'de ısıtılmış soya ürünleri piyasada bulunmaktadır ve bu ürünlerin besi ve süt sığırları için protein takviyeleri olarak kullanımında hızlı bir artış görülmüştür (Satter vd., 1994).

1.2. Soyaya Yapılan İşlemler

1.2.1. Kavurma

Sadece ABD'de değil aynı zamanda tüm dünyada besi ve süt sığırları için ısıtılmış soyanın bir protein ve enerji kaynağı olarak kullanılması hızla artmıştır. Kavurma ve ekstrüzyon, tam yağlı soyayı işlemek için yaygın olarak kullanılan iki yöntemdir (Satter vd., 1994). Soyanın kavrulması, döner kanatlı bir silindirin soya çekirdeklerini alev jetlerine kaldırması yöntemidir. Yüksek verimli (saatte 3 ila 12 ton) olması nedeniyle ısıtılmış işlem popülerdir ve kullanılan ekipman hareketli olduğu için çiftliklerde de kullanılabilmektedir. Bu işlemin bir dezavantajı, kavurmadan

çıkan çekirdeklerin renk derecesine bağlı olarak çoğu kez kavurma işleminin sübjektif olarak yapılmasıdır. Ticari tedarikçiler tarafından işlendiğinde soyanın maruz kaldığı ısı miktarında büyük değişiklikler gözlemlenebilir. Faldet ve Satter, (1991), 13 ticari ısı işlem görmüş soyayı inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, rumende parçalanamayan protein içerikleri ortalama %36 ile %58 arasında değişmekte olup, postruminal olarak mevcut lizin (NAL) konsantrasyonu %2,1 ila 2,4 ve kuru madde ise %0,9 ila 1,24 aralığında saptanmıştır. Sonuç olarak ısı işlem görmüş soyada mevcut lizin azalması, aşırı ısıya maruz kalmanın bir sonucu olduğu vurgulanmıştır. Faldet ve Satter (1992a), ısı işlem sırasında soyanın optimum ısı maruziyetini test etmenin yollarını araştırmışlardır. Kullanılan birinci yöntemde soya farklı uzunluklarda farklı sıcaklıklarda tamburlu bir kavurma fırınında kavrulmuştur. Kavrulmuş 3 soya fasulyesi daha sonra in vitro ruminal protein parçalanabilirliği ve NAL içeriği açısından analiz edilmiştir. Sonuçlar, sıcaklık ve zamanın çeşitli kombinasyonları (140°C-120 m, 150°C-60 m veya 160°C-30 m) açısından karşılaştırılmıştır. İkinci yöntemde, kavrulmuş 12 adet soya fasülyesinin çıkış sıcaklıkları kontrol edilmiş ve 15 veya 30 dakika boyunca soğutulmadan (dik veya şartlandırılmış) tutulmuştur. Çıkış sıcaklıklarındaki artışlar ve / veya soğutulmadan beklenmesi ruminal protein yıkımını ve ruminal lizin kullanılabilirliğini arttırmıştır. Bu sonuçlardan soya fasülyesi ürünlerinin kavurucudan yaklaşık 146°C'de çıktıklarında ve yaklaşık 30 dk soğutulmadan beklenilmesinin daha uygun bir yöntem olduğunu önermişlerdir.

1.2.2. Extrusion (Sıkma)

Ekstrüzyon, ruminant rasyonlarında kullanılan tam yağlı soyanın (TYS) by-pass hale getirilmesi için yaygın olarak kullanılan bir başka yöntemdir. Bu yöntemde soya fasülyesi, bir merkezi döner shaftın çekirdekleri ekstrüder boyunca zorladığı bir ekstrüder haznesine beslenir. Soya fasülyesi, işlem sırasında sık sık enjekte edilen sürtünme ve / veya buhar yoluyla üretilen ısı ile muamele edilir (AAFCO, 1997).

Ekstrüzyon sırasında soya fasülyesinden yağ çıkarılmaz. Ekstrüzyon işleminde genellikle kavurma işleminden daha kaliteli bir ürün elde edilmesine rağmen (1-10 ton / s) nispeten yavaştır, işleme ekipmanının hareketliliği zordur ve işlem sırasında yüksek enerji kullanılır ve ton başına maliyet yüksek olabilir. Ekstrüzyon rumende

soya fasulyesi proteininin parçalanabilirliğini azaltmaktadır. Demjanec vd., (1995), tarafından yapılan bir çalışmada, 104 ° C'de ekstrüde edilen soya, %54,3'lük in situ by-pass protein içeriğine, ham soya'dan 3,4 kat daha yüksek bulunmuşken; 160°C'ye kadar ekstrüzyon sıcaklıklarında ise daha fazla by-pass protein içeriği ile sonuçlanmıştır.

1.2.3. Expeller

Bu yöntemde, soya fasulyesi başlangıçta temizlenir, kırılır ve kurutulur. Kurutulan soya fasulyesi daha sonra tavlama cihazlarına taşınır ve düzgün bir şekilde ısıtılır. Isıtılan çekirdekler, expeller preslerine beslenir. Merkezi bir döner şaft, pres içinde basınç oluşturarak soya fasulyesinden yağ çekilmesine neden olur. Ekstrakte edilen çekirdek, preslerden öğütülmüş pullar halinde çıkar. Ekspres işleme, şeker aldehid grupları ve serbest amino asitler arasında Maillard reaksiyonu ile sonuçlanan maksimum 163°C'ye kadar ısıtmayı içeren bir yöntemdir. Reaksiyonun derecesi uygulanan ısı miktarının düzenlenmesi ile kontrol edilebilirse, ruminal protein parçalanması bağırsak protein sindirimini olumsuz etkilemeden azaltılabilir. Expeller soya fasulyesi küspesi (SBM), %42-46 ham protein ve %4,5-6 oranında yağ içerir (Satter vd., 2011).

1.2.4. Lignosulfonat Uygulaması

Bu yöntemde, soya küspesi %7 (ağ. / ağ.) kalsiyum lignosülfonat ile muamele edilir ve daha sonra kurutulmadan önce 95 ° C'de 1 saat ısıtılır (Standford vd., 1995). Lignosülfonat muamelesi, toplam protein sindirimini etkilemeden soya küspesi proteininin ruminal yıkımdan korunmasını sağlar. Soya küspesi kalsiyum lignosülfonat ile muamele edildiğinde ve muamele edilmemiş soya küspesi ile karşılaştırıldığında, ilk in situ ruminal N sindirim oranını (2.05'e karşı %4,70 / s) düşürdüğü, buna karşın bypass protein içeriğini arttırdığı belirtilmiştir (%65,3'e karşı %41,9) (Stanford vd., 1995).

1.3. Soya Küspesi

Soya tohumlarının yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısmına soya küspesi adı verilmektedir. Bu kısım, protein ve lizin bakımından zengin, metiyonin bakımından fakir, biyolojik değeri yüksek yem ürünüdür. Hayvan beslenmesinde soya küspesinin hangi miktarlarda kullanılacağı büyük ölçüde amino asitler, özellikle de lizin, metiyonin ve treonin oranlarıyla belirlenir. Soya küspesi değerli bir protein kaynağıdır ve diğer yağlı tohumlu bitkilere göre daha az ham selüloz içerir (Willis,2003)

Dünyanın farklı bölgelerinde çiftlik hayvanlarının beslenmesi için gerekli proteinin sağlanmasında soya küspesi bol miktarda kullanılmaktadır. Soya küspesi, hayvanların rumenlerinde yüksek seviyede parçalanabilen protein kaynağı olduğundan geniş getiren hayvanlarda rumen mikroorganizmalarına kalitesi oldukça yüksek mikrobiyal protein sağlamada iyi bir kaynaktır (Anonim, 2017a).

Soya küspesi temel aminoasitleri bünyesinde barındırmaktadır ve bu amino asitlerin sindirilebilirlik oranı çok yüksektir. Sindirilebilirliğin diğer protein kaynakları ile karşılaştırılması Çizelge 1.4’de verilmiştir. Soya küspesinin, fazla kullanılan diğer protein kaynaklarıyla karşılaştırıldığında en yüksek lizin sindirilebilirliğine (%91) sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanında metiyonin, sistin ve treonin sindirilebilirliği de yüksektir.

Çizelge 1.4: Çeşitli protein kaynaklarında lizin, metiyonin, sistin ve treoninin standart sindirilebilirlik değerleri (Amipig, Aventis Animal Nutrition, 2000).

Protein kaynağı	Amino Asitler ve Sindirilebilirlik Düzeyleri (%)			
	Lizin	Metiyonin	Sistin	Treonin
Kanola küspesi	75.3	87.1	81.0	74.5
Pamuk tohumu küspesi	63.3	72.8	75.7	70.7
Yerfıstığı küspesi	83.0	88.0	78.0	87.7
Soya küspesi	91.5	92.9	88.6	87.7
Ayçiçeği küspesi	60	91.5	82.1	81.4

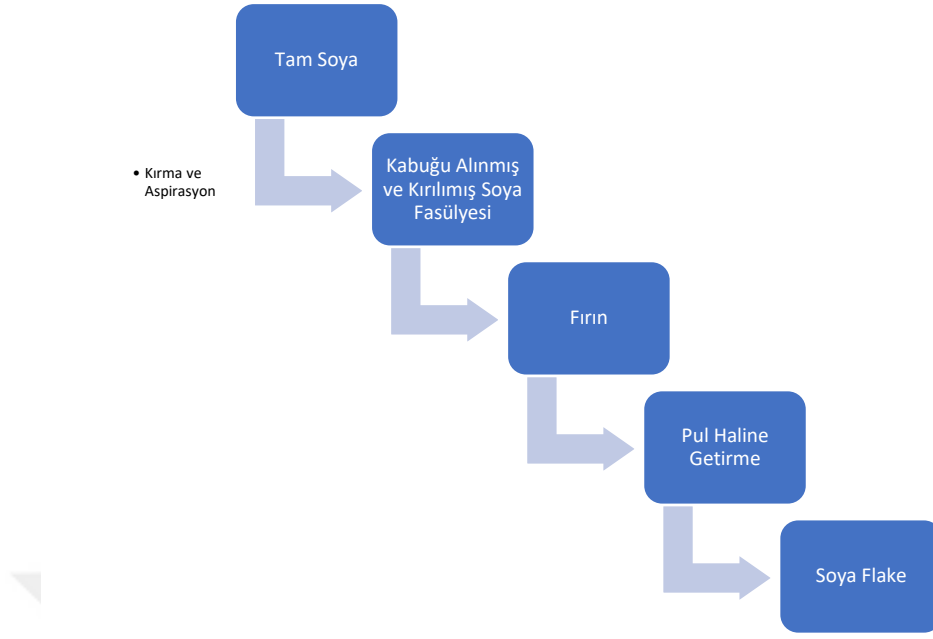
1.4. Tam Yağlı Soya

Tam yağlı soya, ekstrasyon işlemi öncesi ham soyaya verilen isimdir. Bunun üretiminde çok farklı yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları otoklavlama, kavurma, mikrolize etme ve ekstrude etmedir. Her bir yöntemin olumlu

yönleri olduğu kadar olumsuz yönleri de vardır. Bu yöntemlerden ekstruzyon devamlı bir işlemdir ve diğer yöntemlere göre önemli olumlu yönleri; yağdan en yüksek faydayı sağlamak ile ham soyadaki beslemeyi engelleyici maddeleri elemine etmek için geliştirilen bir işlemdir. Gerekli işlemlere tabi tutulan tam yağlı soya, yüksek yem değerine sahip bir hammadde olup; protein, temel amino asit, temel yağ asiti olan linoleik asit, vitamin E, enerji ve lesitin içeriği açısından zengindir. Ürünün besleyici değeri üzerine beslenmeyi engelleyici madde seviyeleri bakımından, adı geçen işleme yöntemlerinin farklı etkileri bulunmaktadır. Bunun yanında ekstraksiyon işlemi sırasında uygulanan ısıl işlem besi hayvanları ve süt sığırları için by-pass protein düzeyini de arttırmaktadır (Anonim, 2017c).

1.5. Soya Flake

Soya flake, soya fasülyesinin işlenmiş hali olarak dünyada uzun zamandır hayvan beslemede kullanılmaktadır. Bu işlemin amacı üründe bulunan besleme değerlerinin özellikle proteinin by-pass olarak rumenden geçmesi ve duodenumdan emilmesidir. İlk olarak ele alınan tam tahıl halindeki soya fasülyesi temizlenip titreşimli elek yardımıyla diğer yabancı maddelerden ayrıştırılır. Oluklu bir değirmen yardımı ile 3-6 parçaya bölünüp aspiratör vasıtasıyla daneler kabuklarından ayrılır. Kalan daneler 66,5°C 'de buharlı ısıtmaya tabi tutulup fırında pişirilir. Pişirilen daneler düz yüzeyli değirmen kullanılarak 0,25 mm kalınlığa kadar inceltirilir. Bu elde edilen ürün soya flake olarak adlandırılır (Becker, 1978). Soya flake yapım aşamaları Şekil 1.7'de verilmiştir.



Şekil 1.7: Soya Flake yapım aşamaları (Muredzi, 2013)

1.6. Soypass

Yüksek verimli süt ineklerinde ve gelişmekte olan hayvanların rasyonlarında bulunan yem hammaddelerinin ürüne çevirilmesi yemden yararlanmanın artırılması ekonomik açıdan önemlidir. Soypass ürünü de ekonomik açıdan önemli olan ürünler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle yağlı tohumlardan oluşan protein kaynaklarının rumende sindirilmenden bağırsaklara geçmesi için çeşitli yöntemler arasında bu tohumların farklı maddeler ile muamele edilmesi yer almaktadır. Bu yöntemler ısı ve formaldehit uygulaması, tannik asit uygulaması, lingosülfat uygulaması gibi uygulamalardır (Stanford vd., 1995; Demjanec vd., 1995; AAFCO, 1997).

1.7. Ruminantlarda Protein Sindirimi

Ruminant mideleri, sırası ile rumen, retikulum, omasum ve abomasum olmak üzere dört kompartmandan meydana gelmiştir (Breazile, 1971).

Yemlerde bulunan toplam azotu tanımlamak için ham protein (HP) ifadesi kullanılırken, ruminantlarda HP ise rumende yıkılım durumuna göre rumende

parçalanabilir protein (RDP), rumende parçalanamayan protein (RUP) olarak 2 kısma ayrılmaktadır (Broderick vd., 1991; NRC 1996; Mosenfechtel vd., 2002). Ruminant hayvanlarda protein metabolizması, neredeyse tüm aminoasitleri sentezleyebilen rumendeki mikroorganizmalar sayesinde diğer canlılara göre farklılık içermektedir. Rasyonla alınan RDP, proteazların etkisi ile rumende peptitlere parçalanırlar. Peptitlerin de yıkımlanması ile ortaya aminoasitler, amonyak, karbondioksit ve yağ asitleri çıkar. Bu maddelerden amonyak, eğer rumen ortamında yeterince enerji kaynağı mevcutsa mikroorganizmalar tarafından kullanılırlar. Ancak tamamı kullanılamayan amonyak, kan yolu ile emilerek karaciğere gider ve burada günde 150-200 g üreye dönüştürülür. Bu ürenin yaklaşık yarısı böbreklerden idrar yolu ile vücuttan uzaklaştırılırken bir kısmı da kılcıl damarlar ve tükürük yolu ile rumene döner ve burada yedek azot kaynağı olarak kullanılır. Ruminantlara özgü olan bu olaya Rumino-hepatik azot dolaşımı denir. Bu dolaşım sayesinde ruminatlarda üre, protein metabolizmasının son ürünü olmayıp, bu hayvanlar için bir yedek azot kaynağı sayılabilir. Ruminantların endojen olarak üre ile beslenmesi gibi fizyolojik bir durumu hazırlayan ruminohepatik azot dolaşımı rumenin çok önemli görevlerinden biri sayılmaktadır. Rumende açığa çıkan amonyağı kullanan mikroorganizmalar, rumende sindirilmeden ince bağırsaklara geçer ve burada proteazlar tarafından sindirilir. Rasyon ile alınan azotun yaklaşık %50-75'lik kısmı mikrobiyel proteine dönüşmektedir (Ensminger vd., 1990; Gallo vd., 1996; LeBlanc vd., 2005).

Rasyon proteini genellikle, yem maddeleri için azot (N) içeriği 6,25 olarak tanımlanan ham proteine (HP) karşılık gelir. 100 g protein içeriğinin 16 gramı N olduğu varsayımına dayanılarak tanımlanır. Hesaplanan HP içeriği hem protein hem de protein olmayan N (NPN) içerir. Yem maddeleri içeriklerinde ruminal degradasyona uğrayan ya da ruminal olarak parçalanmamış bağırsakta sindirimi gerçekleşecek protein ve aminoasit oranlarında ciddi farklılıklar vardır. Üre ve amonyum tuzları gibi yemlerdeki NPN takviyeleri, rumende tamamen parçalanmış olarak kabul edilir (NRC, 2001).

Ruminal olarak sentezlenen mikrobiyal HP (MHP), rumende parçalanmamış yem HP (RUP) ve daha az ölçüde endojen HP (EHP) metabolize edilebilir proteinin (MP)

ince bağırsağa geçişine katkıda bulunur. Metabolize edilebilir protein, postruminal olarak sindirilen gerçek protein ve bağırsak tarafından emilen amino asit (AA) bileşeni olarak tanımlanır. Absorbe edilmiş AA ler ruminantların protein sentezi için yapı taşı olarak kullanılır. Büyüme, üreme ve süt ineklerinin süt verimi için hayati öneme sahiptir. Muhtemelen, bu fizyolojik fonksiyonların oluşabilmesi için olması gereken bir absorbe AA çeşidi vardır (NRC, 2001).

Ruminantların rasyonlarında protein oranı belirlenirken, optimum ruminal etkinlik için yeterli miktarda rumende parçalanabilir protein (RDP) sağlamak ve minimum miktarda rasyon HP ile istenen hayvan verimliliğini elde etmek amaçlanmaktadır. Rasyon HP kullanımının verimliliğini optimize etmek için birçok kriter göz önüne alınmalı, maksimum MHP sentezi için ruminal mikroorganizmaların N gereksinimlerini karşılanmalı, ancak ihtiyaç düzeyi aşılmamalı, RDP türlerini ve miktarlarını sağlayacak tamamlayıcı yem proteinleri ve NPN takviyeleri katılmalı ve yine bu şekilde RUP türleri ve miktarları mümkün olduğunca optimize edilmelidir. Araştırmalar, süt sığırları için MP'nin besin değerinin, esansiyel AA (EAA) profili ve muhtemelen toplam EAA'nın MP'ye katkısı ile belirlendiğini göstermektedir. Optimal üretime ulaşmak hedeflenirken protein ve N kullanımının verimliliğini artırmak önemli bir konudur. Canlı ağırlık artışı veya üretilen süt proteini başına düşen yem maliyetlerini hesaplarken ve bunları arttırma hedefine yönlenildiğinde üretimi artıracak diğer besinler için rasyonda alan oluşturulması gereklidir. Süt proteini üretimi ile ilgili araştırmalar, süt proteininin içeriğinin (ve dolayısıyla veriminin) MP'deki AA profilini geliştirerek, rasyondaki "surplus " (fazla) protein miktarını azaltarak ve rasyondaki fermente olabilen karbonhidrat miktarını artırarak artırılabilirliğini göstermektedir (NRC, 2001).

NRC (1985)'ye göre, emilen proteinin neleri içerdiği belirtilmektedir. Sindirilebilir gerçek protein (yani sindirilebilir toplam AA) emilen protein olarak belirtilmekte ve ruminal olarak sentezlenen MHP ve ruminal degradasyondan kaçan yem proteini olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca rumende parçalanmış protein, (Rumen degradable protein RDP) ve parçalanmayan protein (Rumen undegraded protein RUP) kavramı tanıtılmıştır (NRC, 1989).

Yaygın olarak kullanılan yemler ile koyun ve sığırların kullanıldığı in vivo ve in situ çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalardan elde edilen rumende parçalanmayan yemlerin verileri paylaşılmıştır. Protein gereksinimlerini tahmin etmek için bu faktöryel yaklaşım, rasyon proteinini üç sınıfa ayırmıştır (Fermantatif sindirim retikülo-rumende, bağırsakta hidrolitik / enzimatik sindirim ve sindirilemeyen proteinin dışkı ile geçişi). Bunlardan ruminal mikroorganizmaların gereksinimleri ayrılmıştır (NRC, 2001).

1.7.1. Rasyon Ham Proteinin Kimyası

Yem maddeleri çok sayıda farklı protein ve çeşitli NPN bileşikleri içerir. Proteinler boyut, şekil, fonksiyon, çözünürlük ve AA kompozisyonu bakımından farklılık gösteren büyük moleküllerdir. Proteinler 3 boyutlu yapıları ve çözünürlük karakteristiklerine göre sınıflandırılmıştır. Çözünürlüğü temel alan sınıflandırma örnekleri arasında globüler proteinler albümin (suda ve alkali çözeltilerde çözünür ve tuz ve alkolde çözünmez), globülinler (tuz ve alkali çözeltilerde çözünür ve suda az çözünür veya çözünmez ve alkolde çözünmez), glutelin (sadece alkali içinde çözünür), prolaminler (yüzde 70-80 etanol ve alkali içinde çözünür ve su, tuz ve mutlak alkolde çözünmez), histonlar (su ve tuz çözeltilerinde çözünür ve amonyum hidroksitte çözünmez) ve fibroz proteinler (ör. kollajenler, elastinler ve keratinler (suda veya tuz çözeltilerinde çözünmez ve sindirim enzimlerine dirençli) şeklinde ayrılırlar (Orten ve Neuhaus, 1975; Rodwell, 1985; Van Soest, 1994). Globüler proteinler tüm yem maddelerinde yaygındır, oysa lifli proteinler hayvan yemleri ile sınırlıdır. Albüminler ve globüler proteinler düşük moleküler ağırlıklı proteinlerdir. Prolaminler ve glutelinler daha yüksek moleküler ağırlıklı proteinlerdir ve daha fazla disülfür bağı içerir. Genel olarak, bitki kaynaklı yemler farklı miktarlarda globüler proteinleri içerir. Örneğin, tahıl taneleri ve tahıl tanelerinden elde edilen yan ürün yemleri daha fazla glutelin ve prolamin içerirken, yapraklar ve saplar albüminler açısından zengindir (Sniffen, 1974; Blethen vd., 1990; Van Soest, 1994).

Otuz sekiz farklı yem maddesinin su, seyreltik tuz (%0,5 NaCl), sulu alkol (yüzde 80 etanol) ve seyreltik alkali (%0,2 NaOH) ile ardışık ekstraksiyonu ile klasik protein

fraksiyonlarını (albüminler, globülinler, prolaminler ve glutelinler) ve NPN toplam N'nin ortalama yüzde 65'ini oluşturduğu belirtilmiştir. (Blethen vd., 1990).

Hesaplanamayan çözünmeyen N, tahıl tanelerinin bozulmamış aleurone granüllerini, hücre duvarı ile ilişkili proteinlerin çoğunu ve NDF ile ilişkili bazı kloroplazmik ve ısıyla muamele edilmiş proteinlere bağlı proteini içermektedir (Van Soest, 1994). Değerlendirilen yemler arasında, en yüksek çözünmeyen protein yüzdesine (HP'nin yüzde 40'ı) sahip olan yemler, pancar küspesi, soya kabukları, sorgum, kurutulmuş bira taneleri, kurutulmuş damıtma taneleri, balık unu ve et ve kemik unu olduğu belirtilmiştir (Blethen vd., 1990). Yem maddeleri ayrıca değişken miktarlarda düşük molekül ağırlıklı NPN bileşikler içerir. Bu bileşikler arasında peptitler, serbest AA, nükleik asitler, amidler, aminler ve amonyak bulunur (NRC,2001). NPN bileşikler genellikle, gerçek proteinin tungstik veya trikloroasetik asit ile çökeltilmesinden sonra filtratta kalan N olarak belirlenir (Licitra vd., 1996). Otlar ve baklagiller en yüksek ve en değişken NPN içeriklerine sahiptir. Otlar ve baklagil yemlerinde HP'de bildirilen NPN konsantrasyonları: taze ot (%10-15), saman (%15-25) ve silaj da %30-65 aralığındadır (Hughes, 1970; Krishnamoorthy vd., 1982; Fairbairn vd., 1988; Garcia vd.1989; Grum vd., 1991; Messman vd., 1994; Van Soest, 1994; Xu vd., 1996).

Samanlar ve özellikle silajlar, solma ve fermentasyon sırasında oluşan proteoliz nedeniyle aynı yemin taze olduğundaki miktardan daha yüksek miktarda NPN içerir. Solma ve toplama sırasında yemlerde meydana gelen proteoliz, mikrobiyal proteaz ve peptidazların bir sonucudur (NRC, 2001). Bitki proteazları ve peptidazlar, kesilmiş yemlerde aktiftir ve saman ve örtülü yemlerde gerçek proteinin NPN'ye dönüştürülmesinden sorumlu ana enzimler olarak kabul edilir (Fairbairn vd., 1988; Van Soest, 1994). Kesilmiş yemlerin hızlı solması ve örtülmüş yemlerin pH'sında hızlı düşüşleri destekleyen koşullar proteolizi yavaşlatır ve gerçek proteinin NPN'ye dönüşümünü azaltır (Garcia vd., 1989; Van Soest, 1994). Taze yemin NPN içeriği büyük ölçüde peptitler, serbest AA ve nitratlardan oluşur (Van Soest, 1994). Fermente yemler, taze yemlerden farklı bir NPN bileşimine sahiptir. Fermente yemler daha yüksek oransal konsantrasyonlarda serbest AA, amonyak, aminler ve daha düşük konsantrasyonlarda peptit ve nitrat içerir (Fairbairn vd., 1988; Van Soest,

1994). Yem olmayan maddelerin çoğunun NPN içeriği, HP'nin yüzde 12 veya daha azıdır (Krishnamoorthy vd., 1982; Van Soest, 1994; Licitra vd., 1996; Xu vd., 1996).

1.7.2. Ruminal Protein Degradasyonu Mekanizması

Fermente edilebilir proteinler, yem proteinlerini, endojen proteinlerini, epitel hücrelerini ve parçalanmış ruminal mikroorganizma kalıntılarını içerir. Ruminal degradasyon mekanizması birçok çalışma ile rapor edilmiştir (Cotta ve Hespell, 1984; Broderick vd., 1991; Jouany, 1996; Wallace, 1996; Broderick, 1998; Jouany ve Ushida, 1999; Wallace vd., 1999). Ruminal protein yıkımının tüm enzimatik aktivitesi mikrobiyal kökenlidir. Birçok bakteri suşu, protozoa ve anaerobik mantar türü, çeşitli proteaz, peptidaz ve deaminazlar parçalanmaya katılır (Wallace, 1996). Serbest kalan peptitler, AA ve amonyak, ruminal mikroorganizmaların büyümesi için besin kaynağıdır. Peptitlerin AA'lere parçalanması, AA'nın mikrobiyal proteine dönüşmesinden önce oluşmalıdır (Wallace, 1996). Protein parçalanması, mikrobiyal proteine AA ve amonyak asimilasyon oranını aştığında, peptit ve AA katabolizması aşırı ruminal amonyak konsantrasyonlarına yol açar. Mikrobiyal proteine dahil edilmeyen bazı peptitler ve AA, ruminal degradasyondan kaçabilir ve konakçı hayvan için emilen AA kaynakları haline gelebilir.

Bakteriler protein parçalanmasında rol oynayan başlıca mikroorganizmalardır. Bakteriler rumende (10^{10-11} /ml) en bol bulunan mikroorganizmalardır ve izole edilen türlerin yüzde 40'ı veya daha fazlası proteolitik aktivite sergiler (Cotta ve Hespell, 1984; Broderick vd., 1991; Wallace, 1996). Çoğu bakteriyel proteaz hücre yüzeyi ile ilişkilidir (Kopečný ve Wallace, 1982). Toplam proteolitik aktivitenin sadece yüzde 10'u hücre ile ilgili değildir (Broderick, 1998). Bu nedenle, ruminal bakteriler tarafından protein yıkımındaki ilk adım, çözünür proteinlerin bakterilere adsorpsiyonudur (Nugent ve Mangan, 1981; Wallace, 1985) veya bakterilerin çözünmeyen proteinlere adsorpsiyonudur (Broderick vd., 1991). Hücre dışı proteoliz, küçük peptitlere ve bir miktar serbest AA'ya ayrıştırılan oligopeptitlere yol açar. Küçük peptitlerin ve serbest AA'nın bakteriyel alımını takiben beş farklı hücre içi olay vardır: (1) peptitlerin serbest AA'ya bölünmesi, (2) protein sentezi için serbest

AA'nın kullanılması, (3) amonyak ve karbon iskeletlerine serbest AA katabolizması (yani deaminasyon), (4) AA'nın yeniden sentezi için amonyak kullanımı ve (5) amonyağın hücre dışına difüzyonu (Broderick, 1998). Amino asit deaminasyonundan sorumlu bakteri popülasyonu oldukça ilgi çekicidir. Bakteri ihtiyacını aşan amino asit katabolizması ve amonyak üretimi, rasyon HP'ninin boşa harcanmasına neden olur ve ruminantlarda RDP kullanım etkinliğini azaltır. Uzun yıllar boyunca deaminasyonun, protein veya protein hidrolizatlarından amonyak ürettiği tespit edilen çok sayıda bakteri türü ile sınırlı olduğu varsayılmıştır (Wallace, 1996). Bununla birlikte, bu varsayım bazı araştırmacılar tarafından (Chen ve Russell, 1988, 1989; Russell vd., 1988) bu bakterilerin deaminatif aktivitesinin in vivo veya in vitro karışık kültürlerde genellikle gözlenen amonyak üretim oranlarını hesaba katmak için çok düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmalar, son derece yüksek deaminatif aktiviteye sahip olan ve AA'leri ana karbon ve enerji kaynağı olarak kullanan küçük bir bakteri grubunun izole edilmesine yol açmıştır (Russell vd., 1988; Paster vd., 1993). Bu ve diğer çalışmaların bir sonucu olarak, bakteriler tarafından AA deaminasyonunun, düşük deaminatif aktiviteye sahip çok sayıda bakteri ve çok daha az sayıda yüksek aktiviteye sahip bakteri kombinasyonu ile gerçekleştirildiği kabul edilmektedir (Wallace, 1996). Yüksek deaminasyon aktivitesi olan bu bakterilerin bazılarının büyümesinin iyonofor, monensin tarafından bastırıldığı gözlemlenmiştir (Chen ve Russell, 1988; 1989; Russell vd., 1988). Protozoalar ayrıca ruminal protein degradasyonuna aktif ve önemli katılımcıdır. Protozoonlar ruminal içerikteki bakterilerden daha az sayıdadır ($10^5 - 6/ml$) ancak büyüklükleri nedeniyle rumendeki toplam mikrobiyal biyokütlenin önemli bir kısmını oluştururlar (genellikle yüzde 10'dan az, ancak bazen yüzde 50 ye varan yüzdelerde olabilirler) (Jouany, 1996; Jouany ve Ushida, 1999).

Protein metabolizmasında protozoa ve bakteriler arasında çeşitli farklılıklar vardır. İlk olarak, beslenme davranışında farklılık gösterirler. Yemlerle bir kompleks oluşturmak yerine, protozoa partikül maddeyi (bakteri, mantarlar ve küçük yem partikülleri) yutar. Bakteriler başlıca protein kaynaklarıdır (Jouany ve Ushida, 1999). Bu besleme davranışının (yani, gıdaların yutulmasının) bir sonucu olarak, protozoalar çözünmeyen yem proteinlerinin (örneğin, soya fasulyesi unu veya balık

unu) parçalanmasında daha çözünür yem proteinlerine (örneğin kazein) göre daha aktiftir (Hino ve Russell, 1987; Jouany, 1996; Jouany ve Ushida, 1999). Yutulan proteinler, bir peptit ve serbest AA karışımı verecek şekilde hücre içerisinde parçalanır; AA ler protozoal proteine dahil edilir. Protozoanın proteolitik spesifik aktivitesi bakterilerden daha yüksektir (Nolan, 1993). Protozoa ve bakteriler arasındaki ikinci bir fark, ikisi de AA leri deamine ederken, protozoanın AA'leri amonyaktan sentezleyememesidir (Jouany ve Ushida, 1999). Dolayısıyla, protozoalar amonyak ihracatçısıdır ve bundan dolayı ruminal amonyak konsantrasyonlarını azaltır (Jouany ve Ushida, 1999). Önemli sekretuar sürecin sonu, otoliz ve ölümün sonucu olarak protozoa, ruminal sıvıya büyük miktarlarda peptit ve AA ve peptidaz salgılar.

Jouany ve Ushida (1999), küçük peptitlerin ve AA'nın protozoa tarafından yutulan toplam proteinin yüzde 50'sini temsil edebileceğini ileri sürmektedir. Diğer çalışmalar, rumen içinde protozoal protein geri dönüşümünün yüzde 65'inin veya daha fazlasının olduğunu göstermektedir (Foulkes ve Leng, 1988; Punia vd., 1992).

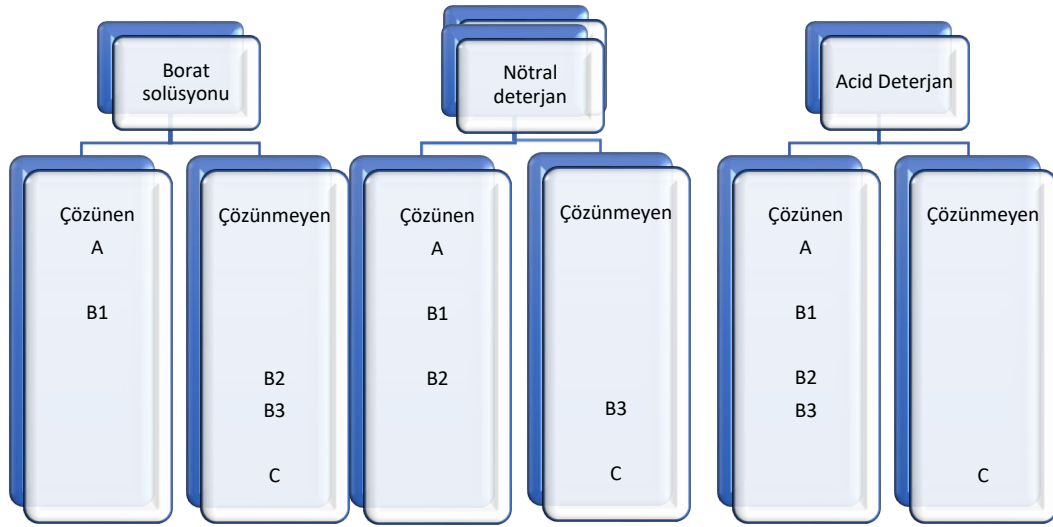
Ruminal protein katabolizmasına mantarların katılımı hakkında çok daha az şey bilinmektedir. Şu anda, anaerobik mantarların ruminal sindirimde (10^3-4 /ml) düşük konsantrasyonları nedeniyle ruminal protein sindirimi üzerinde ihmal edilebilir etkileri olduğu düşünülmektedir (Wallace ve Munro, 1986; Jouany ve Ushida, 1999).

1.7.3. Rumende Protein Degradasyonunun Kinetiği

Rasyondaki HP'nin ruminal parçalanması hayvanın ihtiyacını karşılamak ve rumendeki fermentasyonu sağlamak için önemli bir faktördür. RDP ve RUP, ayrı ve farklı fonksiyonlara sahip iki rasyon HP bileşenidir. Rumende parçalanan rasyon HP'ni, mikrobiyal büyüme ve mikrobiyal proteinin sentezi için peptit, serbest AA ve amonyak karışımını sağlar. Ruminal olarak sentezlenen mikrobiyal protein tipik olarak AA'nın çoğunun ince bağırsağa geçmesini sağlar. Ruminal olarak parçalanmamış protein, hayvan için emilebilen ikinci en önemli AA kaynağıdır. Yem proteinlerinin ruminal yıkımının kinetiği bilgisi, rumen mikroorganizmaları

tarafından parçalanmış RDP ve konakçı hayvan için yeterli miktarda olması gereken RUP ların bilgisi rasyonların formüle edilmesinde temeldir.

Ruminal protein yıkımı daha çok birinci dereceden kitle eylem modelleri ile tanımlanır. Bu modellerin önemli bir özelliği, yem maddelerinin HP fraksiyonunun bozulma oranlarında büyük farklılıklar gösteren çoklu fraksiyonlardan oluştuğunu ve proteinin ruminal kaybolmasının, bozunma ve geçiş olmak üzere iki eşzamanlı aktivitenin sonucudur (NRC, 2001). Bu modellerin daha karmaşık olanlarından biri Cornell Net Karbonhidrat Protein Sistemidir (CNCPS) (Sniffen vd.,1992). Bu modelde, rasyon HP'ni birliğe karşılık gelen beş fraksiyona (A, B1, B2, B3 ve C) ayrılmıştır. Beş fraksiyonun ruminal degradasyon oranları farklıdır. Fraksiyon A (NPN), sıfır anında çözünen HP'nin yüzdesidir; bu bozulma oranının (kd) sonsuzluğa sahip olduğu varsayılır; kimyasal olarak borat-fosfat tamponunda çözünebilen ancak protein denatüranı, trikloroasetik asit (TCA) ile çökelmeyen HP oranı olarak belirlenir. Fraksiyonu C kimyasal olarak, ADF ile geri kazanılan toplam HP'nin yüzdesi olarak belirlenir ve parçalanamaz olarak kabul edilir. C fraksiyonu, lignin ve tanenlerle ilişkili proteinleri ve Maillard reaksiyon ürünleri gibi ısı-zarar görmüş proteinleri içerir (Sniffen vd., 1992). Geri kalan B fraksiyonları potansiyel olarak parçalanabilir gerçek proteini temsil eder. Borat-fosfat, nötral deterjan, asit deterjan solüsyonları kullanılarak hamprotein fraksiyonlarının analizi Şekil 1.8'de verilmiştir.



Şekil 1.8: Borat-fosfat, nötral deterjan, asit deterjan solüsyonları kullanılarak hamprotein fraksiyonlarının analizi (Sniffen vd.,1992).

Rumende parçalanmış bu 3 fraksiyonun her birinin miktarları, fraksiyonel degradasyon oranları Degradasyon(kd) ve pasaj (kp) ile belirlenir; tüm fraksiyonlar için tek bir kp değeri kullanılır. Fraksiyon B1, borat-fosfat tamponunda çözünebilen ve TCA ile çöktürülmüş toplam HP'nin yüzdesidir. Fraksiyon B3 NDF (yani NDIN) ve ADF (yani fraksiyon C) ile geri kazanılan toplam HP kısımları arasındaki fark olarak hesaplanır. B2 fraksiyonu kalan HP'dir ve toplam HP eksi A, B1, B3 ve C fraksiyonlarının toplamı olarak hesaplanır. Üç B fraksiyonu için fraksiyonel degradasyon oranları için bildirilen aralıklar şunlardır: B1 (%120-400/s), B2 (%3-16/s) ve B3 (%0.06-%0.55/s). RDP ve RUP değerleri (HP yüzdesi) aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanır.

$$RDP = A + B1 [kdB1 / (kdB1 + kp)]$$

$$+ B2 [kdB2 / (kdB2 + kp)]$$

$$+ B3 [kdB3 / (kdB3 + kp)]$$

$$RUP = B1 [kp / (kdB1 + kp)]$$

$$+ B2 [kp / (kdB2 + kp)]$$

$$+ B3 [kp / (kdB3 + kp)] + C.$$

Bu model besi sığırlarının besin madde ihtiyaçlarının belirlenmesinde kullanılmıştır (National Research Council, 1996).

İn situ ruminal protein yıkımını tanımlamak için en çok kullanılan model, yem HP'sini üç fraksiyona (A, B ve C) ayırır. Fraksiyon A, yüksek çözünürlük veya çok küçük partikül boyutu nedeniyle NPN olan (yani, anında bozunacağı varsayılan) torbadan hızla kaçan az miktarda gerçek proteinin toplam HP'ne oranıdır. Fraksiyon C, tamamen parçalanamayan HP yüzdesidir; bu fraksiyon genellikle, tanımlanan bir bozunma bitiş noktasında torbada kalan rasyon HP'si olarak belirlenir. Fraksiyon B, HP'nin geri kalan kısmıdır ve potansiyel olarak parçalanabilir proteini içerir. Sadece B fraksiyonunun nispi geçiş hızlarından etkilendiği düşünülmektedir; A fraksiyonunun tamamı bozulmuş olarak kabul edilir ve C fraksiyonunun tamamı ince bağırsağa geçer. Rumende parçalanmış B fraksiyonunun miktarı, çalışmada B fraksiyonu için belirlenen fraksiyonel degradasyon oranı ve fraksiyonel geçiş oranlarının bir tahmini ile belirlenir (NRC, 2001).

Rasyonun RDP ve RUP (HP) aşağıdaki denklem ile hesaplanır,

$$RDP=A+B(K_d/(K_d+K_p))$$

$$RUP=B(K_p/(K_d+K_p)) +C$$

Bu basit model, yem proteinlerinin bozulmasını ve ruminal kaçışını tanımlamak için en yaygın kullanılan model olmuştur (National Research Council, 1985; Ørskov ve McDonald, 1979). İn situ, in vitro ve enzimatik sindirimlerden elde edilen verilerin genellikle rasyon HP'sini bu fraksiyonlara ayıran bir modele uyduğu gösterilmiştir (Broderick vd., 1991).

Rumende sindirilen yemlerdeki HP miktarını etkileyen birçok faktör vardır. Yem HP'nin kimyası en önemli faktördür. Yem HP kimyasının en önemli iki düşüncesi şunlardır: (1) NPN ve gerçek proteinin oransal konsantrasyonları ve (2) yemin gerçek protein fraksiyonunu oluşturan proteinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Protein olmayan N bileşikleri rumende (300%/s) o kadar hızlı bozunur ki bozunmanın yüzde 100 olduğu varsayılır (Sniffen vd., 1992). Bununla birlikte, bu tamamen doğru bir varsayım değildir çünkü bozunabilirlik gerçekten geçiş hızıyla ilişkilidir;

Örneğin, %2,0/s'lik bir kp ve %300/s'lik bir kd varsa, $\text{degredasyon} = 3.00 / (3.00 + 0.02) = \%0,993$ veya 99,3'lük bir azalma varsayılır. 1,00 ya da 100 değildir.

HP'de yüksek konsantrasyonlarda NPN içeren yemler rasyonu yiyen hayvana küçük miktarda RUP katkıda bulunur. Süt sığırları tam yemlerle (TMR) beslendiğinde, amonyak içermeyen, mikrobiyal olmayan N (yani RUP-N artı endojen N) geçiş ölçümleri genellikle N alımının yüzde 30'undan daha azdır (Beever vd., 1976; 1987). Tamamen bozulduğu varsayılan NPN'in aksine, proteinlerin parçalanma oranları oldukça değişkendir ve rumende değişken miktarlarda protein parçalanmasıyla sonuçlanır. Örneğin kd aralığı balık unu için 1.4, ayçiçeği küspesi için 29.2'dir. Her bir yem için kp %7,0 olduğu varsayıldığında, B fraksiyonunun bozunabilirliklerindeki aralık %16,7 ila 80,7 arasında olacaktır. Proteinlerin bozunma hızlarındaki farklılıklara katkıda bulunan bazı özellikleri, 3 boyutlu yapıdaki farklılıklar, moleküller arası ve moleküller içi bağlanmadaki farklılıklar, hücre duvarları gibi bariyerler ve beslenme karşıtı faktörlerdir. Protein molekülleri içinde ve arasında ve proteinler ile karbonhidratlar arasında meydana gelen 3 boyutlu yapı ve kimyasal bağlanma (yani çapraz bağlar) arasında farklar vardır. Yapının bu yönleri, rumendeki proteinlerin bozulma oranını ve derecesini etkileyen en önemli faktör olan proteinlere mikrobik erişimi etkiler (NRC, 2001).

Albüminlerde ve immünoglobülinlerde disülfür bağlanması veya kimyasal ya da ısı işleminden kaynaklanan çapraz bağlanmalar gibi geniş çapraz bağlara sahip olan proteinler proteolitik enzimler için daha az erişilebilirdir ve daha yavaş bozunurlar (Mangan, 1972; Ferguson, 1975; Nugent ve Mangan, 1978; Mahadevan vd., 1980; Nugent vd., 1983; Wallace, 1983; Hurrell ve Finot, 1985). Tüylerdeki ve saçtaki proteinler disülfür bağlarıyla geniş çapta çapraz bağlanırlar ve bu nedenle büyük ölçüde protein C fraksiyonundadır. Benzer şekilde, et unu ve et ve kemik unu içindeki proteinin önemli bir kısmı C kısmındadır. Et unu ve et ve kemik unu

içindeki proteinler hem molekül içi hem de moleküller arası çapraz bağlantılara sahip önemli miktarda kolajen içerebilirler (Orten ve Neuhaus, 1975). Aksine, balık unundaki proteinin büyük bir kısmı B fraksiyonundadır, ancak B fraksiyonunun fraksiyonel bozunma hızı diğer protein takviyelerinden daha yavaştır. Balık proteininin kurutulmasında kullanılan ısıнын disülfür bağlarının oluşumunu indüklediği gösterilmiştir (Opstvedt vd., 1984). Isıl işlem aynı zamanda et ürünlerindeki proteini koagule edip çözünmez hale getirir (Bendall, 1964; Boehme, 1982). Ürünlerin soğutulması protein moleküllerini daraltan rastgele kimyasal bağların kopmasına neden olur (Bendall, 1964). Toplu olarak, proteinlerin ısıtılması ve soğutulmasının bu etkileri mikrobiyal erişimi azaltır ve proteinleri ruminal bozulmaya karşı daha dirençli hale getirir.

Yem proteininin ruminal parçalanabilirliğini etkileyen diğer faktörler arasında proteinin ruminal retansiyon süresi, mikrobiyal proteolitik aktivite ve ruminal pH bulunur. Bu faktörlerin ruminal protein yıkımının kinetiği üzerindeki etkisi birçok çalışmada gözden geçirilmiştir (National Research Council, 1985; Broderick vd., 1991).

1.7.4. Azot Çözünürlüğü ve Protein Degradasyonu Arasındaki İlişki

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki birçok ticari yem test laboratuvarı, yem maddeleri için en az bir N çözünürlüğü ölçümü sağlamaktadır. Tek bir çözücü içindeki N çözünürlüğünün rumende HP bozulması ile eş anlamlı olmadığı kabul edilse de aşırı miktarda RDP içermeyen rasyonlar dışında beslenme uzmanları RUP için "kitap değerleri" (National Research Council, 1985) kullanmaktadırlar.

Çözünürlük ölçümleri, ruminal HP degradabilitesi için benzer tipteki yemlerin sıralanmasında yararlı olmuştur. Bunun nedeni, benzer yem maddelerinde N çözünürlüğü ve bozunması arasındaki pozitif ilişkidir (Beever vd., 1976; Laycock ve Miller, 1981; Stutts vd., 1988; Madsen ve Hvelplund, 1990). Birçok çalışma, NPN takviyeleri ekleyerek veya çıkararak, yem koruma yöntemini değiştirerek veya

protein takviyelerinin işleme koşullarını değiştirerek N çözünürlüğünün değiştirilmesinin hayvan tepkisini etkilediğini göstermiştir (Aitchison vd., 1976; Crish vd., 1986; Lundquist vd., 1986). Birkaç farklı çözücü kullanılmıştır. Şu anda, en yaygın prosedür borat-fosfat tamponunda inkübe etmektir. Bu yöntem popülerlik kazanmıştır çünkü CNCPS'deki A ve B1 azot fraksiyonlarını belirlemek için kullanılmaktadır (Sniffen vd., 1992). Her ne kadar benzer yemlerdeki tek bir çözücü içindeki N çözünürlüğü ve protein parçalanabilirliği arasında yüksek bir korelasyon mevcut olsa da aynı besin maddeleri sınıfları arasında mevcut değildir. Stern ve Satter (1984), çeşitli N kaynakları içeren 34 rasyonun rumende N çözünürlüğü ve in vivo protein yıkımı arasında 0.26 korelasyon olduğunu bildirmiştir. Madsen ve Hvelplund (1990) ayrıca, bir dizi yem üzerindeki yapılan çalışmalarda N'nin çözünürlüğü ile HP'nin in vivo degradasyonu arasında zayıf bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Bu zayıf ilişkilerin birkaç nedeni vardır. İlk olarak, bir çözücü tarafından ekstrakte edilen proteinler sadece proteinlerin kimyasına değil, aynı zamanda çözücünün bileşimine de bağlıdır. Bu nedenle, farklı çözücüler HP çözünürlüğünün de farklı çıkmasını etkileyebilir. (Crawford vd., 1978; Crooker vd., 1978; Lundquist vd. 1986, Stutts vd. 1988; Cherney vd., 1992). İkincisi, çözünür proteinler rumen enzimleri tarafından degrade olmaya eşit derecede duyarlı değildir. Çözünür proteinler arasında kazein hızla bozulurken, serum albümin, ovalbumin ve ribonükleaz A çok daha yavaş parçalanır (Annison, 1956; Mahadevan vd., 1980; Mangan, 1972).

Mahadevan vd. (1980), ayrıca soya fasulyesi unu, kolza tohumu küspesi ve balık unu kaynaklı çözünür proteinlerin, albümin ve kazein için üç takviyenin hepsi için degradasyon oranları ile farklı oranlarda degradasyona uğradığını gözlemlediler. Bu nedenle, çözünürlüğün yanı sıra yapı da bozunmayı belirler. Üçüncüsü, çözünürlük degradasyonun bir önkoşulu değildir. Mahadevan vd. (1980), soya fasulyesi ununun çözünür ve çözünmez proteinlerinin in vitro hemen hemen aynı oranlarda hidrolize olduğunu gözlemlemişlerdir. Çünkü bakteriler çözünmeyen proteinlere saldırırlar ve protozoalar parçacıkları yutar. Çözünmeyen proteinlerin mikrobiyal proteazlar tarafından sindirime tabi tutulmaları için çözünür protein olmaları gerekmez. Son olarak, henüz parçalanmamış çözünebilir proteinler rumende çözünmeyen proteinlerden daha hızlı olarak rumenden geçebilirler. Bunun nedeni, çözünür

proteinin ruminal içeriklerin sıvı fraksiyonu ile ilişkilidir. Hristov ve Broderick (1996), toplam ruminal yemin ruminal içeriklerin sıvı fazında %12' si olmasına rağmen, rumenden kaçan yem amonyak olmayan azotun sıvılarda yüzde 30 olduğu gözlemlenmiştir. Bu, çözünür proteinlerin orantısız bir kaçışını göstermektedir.

Sonuç olarak, protein degradasyonu için tek bir çözücü içindeki N çözünürlüğündeki bir değişiklik, aynı yemden farklı numunelere uygulandığında, kimyasal ve fiziksel özelliklerde farklılık gösteren farklı yem maddelerini karşılaştırmak için kullanıldığından, daha iyi bir göstergedir. Çözünürlük ve parçalanabilirlik arasındaki ilişki, çözünür N'nin çoğu NPN olduğunda en yüksektir (Sniffen vd., 1992).

1.7.5. Nitrojen Substratları için Mikrobiyel Gereksinimler

Peptitler, AA ve amonyak ruminal bakterilerin büyümesi için besin olmasına rağmen protozoalar amonyağı kullanamaz. Karışık rumen popülasyonu tarafından önceden oluşturulmuş AA'ler den dolayı amonyakın mikrobiyal protein sentezine katkısına ilişkin tahminler oldukça değişkendir (Wallace, 1997). Rumen içine infüze edilen veya tek bir doz olarak ilave edilen N¹⁵ amonyak veya üre kullanan çalışmalar, amonyaktan türetilen mikrobiyal N değerlerinin yüzde 18 ila 100 arasında değiştiğini göstermiştir (Salter vd., 1979). Leng ve Nolan (1984), yaptıkları N¹⁵ çalışmalarında, mikrobik N'nin yüzde 50 veya daha fazlasının amonyaktan ve geri kalanının peptit ve AA'lerden türetildiğini göstermişlerdir. Karışık ruminal mikrobiyal popülasyonun AA için hiçbir mutlak gereksinimi yoktur çünkü bakteriler arasında çapraz besleme bireysel gereksinimleri karşılayabilir (Virtanen, 1966). Bununla birlikte araştırmacılar peptitler veya AA lerin N'nin tek veya ana kaynağı olarak amonyak veya üre ile yer değiştirildiğinde mikrobiyal büyüme veya verimde iyileşme gözlemlemişlerdir (Cotta ve Russell, 1982; Russell ve Sniffen, 1984; Griswold vd., 1996). Maeng ve Baldwin (1976), %100 üreye göre %75 üre ve %25 AA-N karşılaştırdıklarında mikrobiyel verim ve büyüme oranında artışlar belirtilmiştir. Amonyak-N, AA ve peptitlerin N substratları için mikrobiyal gereksinimler bazal rasyondan etkilenebilir ve yukarıdaki deneylerdeki bazı değişkenlikleri açıklayabilir hale getirmektedir. AA ve özellikle peptitlerin, hızla bozulan enerji kaynaklarında büyüyen ruminal mikroorganizmalar için hem büyüme hızı hem de büyüme verimi açısından uyarıcı olduğuna dair kanıtlar vardır (Russell vd., 1983; Chen vd., 1987;

Argyle ve Baldwin, 1989; Cruz Soto vd., 1994). Bununla birlikte, enerji substratları yavaşça fermente edildiğinde, peptitler ve AA ile stimülasyon her zaman gerçekleşmez. Chikunya vd. (1996), peptitlere hızlı veya yavaş bozunmuş lif verildiğinde, mikrobiyal büyümenin ancak lif hızla bozunduğunda arttığını göstermiştir. Russell vd. (1992), yapısal karbonhidratları fermente eden mikroorganizmaların N kaynağı olarak sadece amonyağa ihtiyaç duyduklarını, yapısal olmayan karbonhidrat kaynaklarını bozan türlerin önceden oluşturulmuş AA'dan faydalanacağını belirtmiştir. Yapılan bazı çalışmalar, amonyaktan türetilen mikrobiyal N oranının N kaynaklarının mevcudiyetine ve kullanılabilirliğine göre değiştiğini göstermektedir (Wallace, 1997; Salter vd., 1979). Yüksek peptit ve AA konsantrasyonları mevcut olduğunda amonyaktan mikrobiyal N'ye minimum katkı yüzde 26, amonyak tek N kaynağı olduğunda potansiyel maksimum yüzde 100'dür. Griswold vd. (1996), izole edilmiş soya proteini, soya peptitleri, soya proteini profiline karıştırılmış bireysel AA ve üre'nin sürekli kültürde mikroorganizmaların büyümesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Griswold vd. (1996), amonyak dışındaki N formlarının sadece maksimum mikrobik büyüme için değil, aynı zamanda yeterli rüminal lif sindirimi için NPN olarak da gerekli olduğunu göstermiştir. Karışık mikrobiyal popülasyonlara C14-AA ve peptitler alındığına, tercihen serbest AA yerine peptitleri aldıklarını göstermiştir (Prins vd., 1979; Cooper ve Ling, 1985). Ling ve Armstead (1995), serbest AA'nın *S. bovis*, *Selenomonas ruminantium*, *Fibrobacter süksinogenler* ve *Anaerovibrio lipolytica*'nın dahil olduğu AA'nın tercih edilen formu olduğunu, ancak peptitlerin sadece *P. ruminicola* tarafından tercih edildiğini bulmuştur. *P. ruminicola*, ot silajındaki toplam floranın yüzde 60'ından fazlasını içerebilir (Van Gylswyk, 1990).

Amino asit tercihinin sergilendiği diğer çalışmalarda, *P. ruminicola* sayılarının daha düşük olduğu spesifik diyet koşullarının sonucu olabilir. Wallace (1996), AA deaminasyonunun, biri düşük aktivite ve yüksek sayıda, diğeri yüksek aktivite ve düşük sayıda olmak üzere iki ayrı bakteri popülasyonu tarafından gerçekleştirildiğini göstermiştir. *P. ruminicola* yüksek sayıda görülür, ancak deaminaz aktivitesi düşüktür. Jones vd. (1998), sürekli kültürlerde peptit konsantrasyonlarının mikrobiyal metabolizmadaki etkilerini araştırmışlardır. Bazal rasyon yüzde 17,8 HP,

yüzde 46,2 NSC ve yüzde 32,9 NDF içermektedir. Peptidler, toplam N'nin yüzde 0, 10, 20 ve 30'luk seviyelerinde olacak şekilde üre ile N kaynağı olarak değiştirilmiştir; bir üre-melas karışımında, artan peptit ve glikoz replasmanı ile kuru madde (KM)'nin yüzde 8,6, 7,0, 4,9 ve 2,9'u gözlemlenmiştir. KM ve HP'nin sindirimi ve mikrobiyal HP üretimi, peptit ilavesi ile kuadratik olarak etkilenmiştir; her değişken için en yüksek değerler yüzde 10 peptit ilavesinde meydana gelmiştir. Jones vd. (1998), yüksek seviyelerde NSC içeren rasyonlarla, amonyağına göre aşırı peptit konsantrasyonlarının protein sindirimi ve amonyak konsantrasyonlarını baskılayabildiğini, lif sindirici mikroorganizmaların büyümesini sınırlayabildiğini ve ruminal lif sindirimi ve mikrobiyal protein üretimini azaltabileceğini öne sürmüştür.

1.7.6. Rumen Korumalı Proteinler

Rumen korumalı proteinler Association of American Feed Control Officials (AAFCO) tarafından ifade edildiği üzere değişmeden abomasuma kadar ulaşan proteinlere verilen isimdir. Bu nedenle, rumen korumalı proteinler, ruminal protein parçalanabilirliğini azaltmak ve sindirilebilir RUP içeriğini arttırmak için işlenmiş veya işlenmiş protein içeren yemlerdir. Çoğu araştırmada yağlı tohumlara ve yağlı tohumlu yemlere odaklanılmıştır. Rumen korumalı proteinler ve doğal olarak yüksek bir ruminal kaçış oranına sahip protein takviyeleri, çoğu yemdeki sindirilebilir RUP içeriğinin düşük olması nedeniyle süt sığırları beslenmesinde önemlidir (NRC, 2001). Yüksek sindirilebilir RUP içeriğine sahip yem proteinleri, yemlerin çoğu veya tamamı yüksek kaliteli otlar ve baklagiller tarafından sağlandığında yüksek verimli ineklerde en fazladır. Bu durumlarda, bazal rasyon genellikle yeterli miktarda veya yeterli miktarın üzerinde RDP içerir, ancak RUP bakımından eksik olabilir. Bu nedenle, protein takviyesi, aşırı miktarda RDP'yi önlemek için yüksek RUP içeren yemlerle yapılmalıdır (NRC, 2001).

Yem proteinlerinin ruminal degradasyon oranını ve derecesini azaltmak için birçok yöntem araştırılmıştır. Metotların çoğu, ısı, kimyasal ajanlar veya ısı ve kimyasal ajanların bir kombinasyonunu içerir (Kaufmann ve Lu ping pping, 1982; Satter, 1986; Broderick vd., 1991; Schwab, 1995). Minimum AA kaybı ile rasyondaki sindirilebilir RUP miktarını arttırmak için bu yöntemler kullanılırken maliyet göz

önüne alınmalıdır (NRC, 2001). Isıl işlem Kuzey Amerika'da en çok kullanılan işlemdir. Isıl işlem, proteinlerin denatürasyonu ve protein-karbonhidrat (Maillard reaksiyonları) ve protein-protein çapraz bağlarının oluşumu ile rumen protein parçalanabilirliğini azaltır (NRC, 2001). Sadece ısıya dayanan ticari yöntemler (kuru veya ilave nem ile kombinasyon halinde), yağlı tohumların ocak-expeller işlenmesi, çözücü ile ekstre edilmiş yağlı tohum yemlerinin ek ısıl işlemi, kavurma, ekstrüzyon, basınç kızartma ve baklagil tohumlarının mikronlaştırılması ve tahıl taneleri ve protein takviyelerine expander muamelesi yapılmasıdır (NRC, 2001). In situ yaklaşımı kullanılarak ısıl işlem görmüş yem proteinlerinin ruminal degradasyonu üzerine yapılan çalışmalar, A fraksiyonundaki azalmaları, B ve C fraksiyonlarındaki artışları ve B fraksiyonunun fraksiyonel degradasyon oranlarındaki azalmaları gösterir (Goelema vd., 1999; Prestløkken, 1999; Wang vd., 1999).

Sindirilebilir RUP içeriğini optimize etmek için ısıtma koşullarının dikkatli bir şekilde kontrol edilmesi gerekir (Schwab, 1995a). Düşük ısıtma, sindirilebilir RUP'da sadece küçük bir artışla sonuçlanır. Yemlerin aşırı ısınması (yani, ısı ile zarar görmüş protein) sindirilemez Maillard ürünleri ve protein komplekslerinin oluşumu yoluyla RUP'un bağırsak sindirilebilirliğini azaltır (Van Soest, 1994).

Aşırı ısınma ayrıca lizin, sistin ve arjininde mutlak kayıplara neden olur (Dale, 1996). Bu AA'lar arasında lizin ısı hasarına karşı en hassas olanıdır ve hem yıkıma hem de kullanılabilirliğin azalmasına neden olur (Nakamura vd., 1994b). Optimum ısıl işlem koşullarının genellikle postruminal sindirim veya önemli AA kayıpları üzerinde olumsuz etkiler olmadan ruminal protein parçalanabilirliğini önemli ölçüde azaltan koşullar olduğu düşünülmektedir (NRC, 2001). Bununla birlikte, RUP'tan bağırsakta temin edilebilen lizin ölçümleri (veya tahminleri), kimyasal olarak belirlenmiş bir miktar lizin kaybının olduğunu, yağlı tohumların ve yağlı tohum yemlerinin ısıl işleminden geçtikten sonra elde edilebilir post ruminal lizini maksimize ettiği gösterilmiştir (Faldet vd., 1991; 1992a; 1992b). Isı girdisi ile RDP, RUP, sindirilemez RUP ve sindirilebilir RUP konsantrasyonları arasındaki ilişkiler açıklanmıştır (Satter, 1986).

Yem proteinlerinin kimyasal olarak işlenmesi üç kategoriye ayrılabilir: (1) proteinlerle birleşen ve bunlar arasında çapraz bağlantılar oluşturan kimyasallar (örn. Aldehitler), (2) denatürasyon yoluyla protein yapısını değiştiren kimyasallar (örn. Asitler, alkaliler ve etanol) ve (3) proteinlere bağlanan, ancak protein yapısında çok az değişiklik gösteren veya hiç değişiklik yapmayan kimyasallar (örn. tanenler) (Broderick vd., 1991; Schwab, 1995a).

Çeşitli nedenlerden ötürü, genellikle istenen seviyeden daha az etkinlik seviyeleri elde edildiğinden dolayı yem proteinlerinin RUP içeriğini arttırmak için tek tedavi olarak kimyasal ajanların kullanımı ticari olarak kabul görmemiştir. "Kimyasal" ajanları içeren daha etkili bir yaklaşım, kimyasal ve ısıt işlemleri birleştirmektir. Bu yaklaşımın bir örneği, ısıt işleminden önce yağlı tohum yemlerine çeşitli şeker (esas olarak ksiloz) içeren odun hamuru endüstrisinin bir yan ürünü olan lignosülfonatın eklenmesidir. Kombine tedaviler, protein ile reaksiyona girebilen şeker aldehitlerinin artırılması nedeniyle enzimatik olmayan esmerleşmeyi (Maillard reaksiyonları) artırır (Broderick vd., 1991; Schwab, 1995a). Rumen korumalı proteinlerin ve yüksek ruminal kaçışa sahip diğer proteinlerin başarılı bir şekilde kullanılması, AA bileşiminin ve RUP fraksiyonunun içeriğinin ve bağırsak sindirilebilirliğinin bilgisinin dikkate alınmasını gerektirir (NRC, 2001).

1.7.7. Rumende Yıkımlanmayan Yem Proteinlerinin Pasajları

Süt ineklerinin besin maddesi gereksinimlerinin RUP değerleri, sığır ve koyunlardan yapılan in vivo ve in situ çalışma sonuçlarına dayanmaktadır. Yaklaşımlar in vivo, in situ ve in vitro (enzimatik, inhibitör, azot çözünürlüğü ve protein fraksiyonu, sürekli kültür fermentasyonu, jel elektroforezi ve yakın kızıl ötesi yansıtma spektroskopisi) tekniklerini içermektedir (Nocek, 1988; Michalet-Doreau ve Ould-Bah, 1992; Stern vd., 1997; Hoffman vd., 1999).

Diğer yöntemlerde standart olarak sıklıkla kullanılmasına rağmen, in situ metodu, kanüle edilmiş hayvanların kullanımını gerektirir ve bu nedenle, kanülün yerleşim

yeri ve mikrobiyal ve sindirim akış markörlerinin kullanımı ile ilişkili hatalara yol açabilir. In situ prosedür RUP'u tahmin etmek için en yaygın kullanılan metot olarak ortaya çıkmıştır (Stern vd., 1997). Prosedür birkaç ülkede değiştirilmiş ve benimsenmiştir (Lindberg, 1985; Nocek, 1988; Michalet-Doreau ve Ould-Bah, 1992; Stern vd., 1997; Vanzant vd., 1998). Standartların verildiği belirtilen yönergelere bağlı kalınması, laboratuvarların kendi içinde ve aralarında yaptıkları ölçümlerin tekrarlanabilirliğini arttırmıştır (Nocek, 1988; Michalet- Doreau ve Ould-Bah, 1992; Stern vd., 1997).

Ruminal Protein Degradasyonunun Kinetiğindeki prosedür, yaygın olarak A, B ve C fraksiyonları olarak adlandırılan en az üç N fraksiyonunu ve oranını tanımlamak ve fraksiyon B'nin bozulmasını (Kd) ölçmek için kullanılabilir. A fraksiyonu, NPN, hızlı bir şekilde çözündürülmüş protein ve rumende inkübasyon sırasında yemin içine yerleştirildiği Dacron polyester veya gözenekli poşetten daha küçük boyutlu parçacıklar içeren proteini içerir. A fraksiyonundaki farklı N formları, in situ prosedür kullanılarak ayrılamaz ve A fraksiyonunun hangi hızda bozulduğunu belirlenemez. Fraksiyon C, tanımlanmış bir degradasyon bitiş noktasıyla tahmin edilir; bu, ötesinde başka ruminal degradasyonun meydana gelmediği en düşük kalıntı yüzdesine karşılık gelir (Nocek ve English, 1986). B fraksiyonunun Kd tahminlerini, RUP'u tahmin etmek için rumenden geçiş hızları (Kp) ile birleştirmek için farklı yaklaşımlar tarif edilmiştir (Michalet-Doreau ve Ould-Bah, 1992; Stern vd., 1997; Bach vd., 1998). B fraksiyonunun bozulmadığı belirlenen kısmının ve C fraksiyonunun RUP olduğu varsayılır. İn situ prosedür ile ilgili önemli varsayımlar, torbadan `` kaybolma " nın bozulma ile eşanlamlı olması ve peptit olarak hidrolize olması muhtemel olan hızla parçalanabilir proteinlerle ilişkili N dahil olmak üzere torbadan kaybolan herhangi bir N'nin bozulmuş olması ve ruminal mikroorganizmalar tarafından kullanılabileceğidir (Broderick ve Wallace, 1988).

Yüz doksan adet rumen kanüllü sığırdan elde edilen verilerin gözden geçirildiği 1326 bireysel yem çalışmasını içeren çalışma sonuçlarına göre rumen parçalanma kinetiklerinin koyun ve inekler arasında farklılık gösterdiği gösterilmiştir (Siddons ve Paradine, 1983; Prigge vd., 1984; Uden ve Van Soest, 1984; Sebek ve Everts, 1999).

Protein fraksiyonlarının ve Kd'nin Ørskov ve McDonald (1979) modeli veya Mathers ve Miller'in (1981) doğrusal yaklaşımı kullanılarak tahmin edildiği gözlemlerin çoğunda, A ve B fraksiyonlarının toplamı 100'e eşit olarak bulunmuştur (yani, B ve C birlikte `` toplanmış " ve Kd " B C " kesirleri içindi). Genel olarak, küçük veya ihmal edilebilir bir C fraksiyonu beklenebiliyorsa (örn. Çoğu enerji beslemesi, işlenmemiş yağlı tohum veya işlenmemiş yağlı tohum yemleri) bu veriler kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir (NRC, 2001). Bununla birlikte, eğer A ve B fraksiyonlarının toplamı 100'e eşitse, ısıtılmış işlem görmüş yemler veya orta ila büyük C fraksiyonunun (örneğin kan unu, mısır glütenu unu) beklenebileceği yemler için, bu veriler kullanılamaz. RDP, RUP veya eksik bir N fraksiyonunu hesaplamak için Kp için varsayılan bir değere ihtiyaç duyulan durumlarda, varsayılan %5 / saatlik bir oran kullanılmıştır. Eğer gerekli ve raporlanamaz ise, $RDP = 100 - RUP$ ve $RUP = 100 - RDP$ olarak hesaplanabilir (NRC, 2001).

1.7.8. Rumen Korumalı Yem Proteinlerinin Sindirilebilirliği

Yem proteinlerinin bağırsak sindirimi farklıdır. Bununla birlikte, tüm yem maddelerinin RUP için yüzde 80'lik sabit bir sindirilebilirlik değeri kullanılmıştır. Bu değer, in vivo olarak ölçüldüğü gibi, hem amonyak-N hem de RUP'nin ortalama hesaplanmış gerçek emilimine yaklaştığı için seçilmiştir (NRC,1989). Yine, NRC (1996)'ye göre tüm RUP'ların yüzde 80 sindirilebilir olduğu varsayılmaktadır. Diğer besleme standartları, yem maddeleri arasındaki RUP sindirilebilirliğindeki farklılıkları açıklanmaya çalışmıştır. Ancak yaklaşımlar farklılaşmıştır. Örneğin, Birleşik Krallık Metabolize Edilebilir Protein Sisteminde asit deterjanında çözünmeyen azotun (ADIN) hem rumende parçalanamaz hem de ince bağırsakta sindirilemez olduğu varsayılır (Webster, 1987). Webster vd. (1984), sindirilebilir RUP'u tahmin etmek için, $[g / kg KM = 0.90 (RUP - ADIN) / RUP N]$ formülü kabul edilmiştir. Bununla birlikte, daha yeni veriler, RUP sindirilebilirliğini tahmin etmek için ADIN kullanımının uygunluğu ile ilgili endişeleri artırmaktadır. ADIN ve N sindirilemezliği arasında birçok yem (Goering vd., 1972; Yu ve Thomas, 1976) ve ısıtılmış işlem görmemiş diğer yemler (Waters vd., 1992) için iyi bir ilişki gösterilmiş olmasına rağmen, diğerleri ADIN kısmen sindirilebilir ve ısıtılmış işleme tabi tutulan yem

dışı bitki protein kaynaklarında ADIN ve N sindirilebilirliği arasında zayıf bir ilişkinin var olduğunu göstermiştir (Rogers vd., 1986; Cleale vd., 1987; Weiss vd., 1989; Waters vd., 1992; Nakamura vd., 1994a; Harty vd., 1998). Sonraki çalışmaların her birinde, değerlendirilen yem maddeleri, Maillard reaksiyonlarını indüklemek için yeterli ısı ve neme maruz kalan ve bu nedenle ADIN'ı "ekleyen" damıtıcı ürünleri ve diğer tahıl yan ürünleridir. Bu veriler, bu ürünlerdeki ADIN'nın çoğunun sindirilebilir olduğunu, ancak bunun ruminal sindirim, postruminal sindirim veya her ikisini de içerip içermediğini açık değildir (NRC, 2001).

Nakamura vd. (1994b), ısıya mazur kalmış mısır glütenu unu ve damıtma yan ürünleri önemli miktarlarda ADIN'nin sindirilebilir olduğunu, ancak ısıya mazur kalmış proteinden emilen N'nin kuzu ve sığırların büyümesi için kullanılmadığını doğrulamıştır. Waters vd., (1992) ayrıca Van Soest vd., (1987), yüksek tanen beslemelerinin, dışkıda ADIN olarak görünen bağırsaktaki proteini bağlar. Sonuç, rasyonlarında yüksek tanen yemleri içeren koyunlarla yapılan sindirilebilirlik çalışmalarında ADIN'nin sindirilebilirliği için yüksek negatif ortalama değer (-yüzde 89) idi. Bunun aksine, damıtma yan ürünleri içeren rasyonlar, ADIN sindirilebilirliği için yüksek pozitif değerlere (yüzde 62) neden olurken, yalnızca "geleneksel" yemlerden oluşan rasyonlar, ADIN için ortalama %2 sindirilebilirlik değeri ile sonuçlanmıştır (Waters vd., 1992). Bu gibi gözlemler, ADIN'in muhtemelen kullanılamaz N'nin yararlı bir göstergesi olduğunu, ancak RUP'un sindirilebilirliğini tahmin etmek için yararlı olmayabileceğini göstermektedir. Jarrige (1989), Fransız PDI Sisteminde yemlere RUP (0.25 ila 0.95) için değişken sindirilebilirlik değerleri atanmıştır. Sindirilebilirlik değerleri, DMI birimi başına dışkı N atılımındaki farklılıkların sindirilemeyen rasyon proteininden kaynaklandığı varsayımı kullanılarak koyunlarla sindirilebilirlik deneylerinin sonuçlarından hesaplanmıştır. RUP'un bağırsak sindirilebilirliğini tahmin etmek için diğer yöntemler arasında in vivo prosedürler, in situ mobil naylon torba tekniği ve in vitro teknikler (örn., Lizin kullanılabilirlik testi ve enzimatik yöntemler) yer alır (Stern vd., 1997). Diğer yöntemlerin değerlendirildiği standart olarak kullanılmasına rağmen, in vivo yaklaşım, kanüle edilmiş hayvanların kullanımını gerektirir. Kanül yerleşimi ve

mikrobiyal digesta akış markörlerinin kullanımı ile ilişkili doğal hayvan varyasyonuna ve hatalarına tabidir (NRC, 2001).

Yemlerin RUP fraksiyonunun gerçek bağırsak sindirilebilirliğini tahmin etmek için en yaygın kullanılan yaklaşım, mobil kese tekniğidir. Ruminal ve duodenal olarak kanüle edilmiş hayvanlara ihtiyaç duyulmasına rağmen, teknik nispeten kolaydır ve ADIN kullanımına göre doğrudan ve fizyolojik bir yaklaşım sağlar. Bu yöntem kullanılarak az miktarda yıkanmış ruminal olarak parçalanmamış yem kalıntısı torbalarla yerleştirilir. Torbalar daha sonra genellikle bir pepsin / HCl çözeltisi içinde 1 ila 3 saat süreyle ön inkubasyondan geçirilir, kanüllü ruminantların duodenumuna sokulur ve daha sonra ya bir ileal kanülden veya (daha tipik olarak kolaylık nedeniyle) dışkıdan geri kazanılır. Mobil torbaların ileal ve fekal geri kazanımının karşılaştırılması, RUP sindirilebilirliğinin benzer tahminlerini sağlar (Hvelplund, 1985; Todorov ve Griginov, 1991; Jarosz vd., 1994; Boila ve Ingalls, 1994, 1995; Moshtaghi Nia ve Ingalls, 1995; Vanhatalo ve Ketoja, 1995; Beckers vd., 1996). Geri kazanılan torbalar, endojen ve diğer kirletici proteini uzaklaştırmak için iyice yıkanır ve N veya AA içeriği açısından analiz edilir. Bu nedenle, bu teknik kullanılarak elde edilen RUP sindirilebilirliği tahminlerinin, görünür sindirilebilirlik yerine doğru tahminler olduğu düşünülmektedir. Mobil torba tekniği kullanılarak elde edilen bağırsak sindirilebilirliği tahminlerinin doğruluğunu potansiyel olarak etkileyebilecek faktörler gözden geçirilmiştir (Beckers vd., 1996; Stern vd., 1997). Bu tekniğin kullanımı için standart bir prosedür önerilmiştir (Madsen vd., 1995). Çalışmalar, fekal torba toplama sonuçları ile in vivo bağırsak HP sindirimi arasında iyi bir korelasyon olduğunu göstermiştir (Hvelplund, 1985; Todorov ve Griginov, 1991).

Calsamiglia ve Stern (1995), yem proteinlerinin RUP fraksiyonunun bağırsak sindirilebilirliğini tahmin etmek için bağırsak kanüllü ruminantların kullanımına bir alternatif sağlayan üç aşamalı bir in vitro prosedür geliştirmişlerdir. Prosedür aşağıdakilerden oluşur: (1) ruminal olarak parçalanmamış besleme artıklarının 1 saat süreyle 1g/ L pepsin içeren 0,1N HCl çözeltisi içinde inkübe edilmesi, (2) karışımın 1N NaOH ve pankreatin içeren bir pH 7,8 fosfat tamponu ve ardından 24-h kuluçka

ve (3) sindirilmemiş proteinlerin yüzde 100 (ağırlık / hacim) triklorasetik asit çözeltisi ile çöktürülmesi. Proteinin pepsin-pankreatin sindirimi, TCA'da çözünen N'nin analizde kullanılan örnekteki (Dacron torbası kalıntısı) N miktarına bölünmesiyle hesaplanır. Araştırmacılar, 16 saatlik ruminal inkübasyonlarda ruminal olarak bozulmamış yem artıkları kullanıldığında intestinal in vivo sindirim tahminleri ile mükemmel bir korelasyon ($r = 0,91$) bildirmişlerdir.

Calsamiglia ve Stern (1995), torbaların dışkıdan geri kazanımı ile seyyar torba tekniği 48 çalışmada, in vitro prosedürü ise 6 çalışmada kullanılmıştır. Mobil torba tekniği çalışmalarında kullanılan torba malzemesinin gözenekliliği 9 ila 53 μm arasında değişmektedir. Torba gözenek boyutunun protein sindirilebilirliği üzerindeki etkisinin ölçüldüğü çalışmalar içindeki karşılaştırmalı veriler, sindirilebilirliğin artan gözenek büyüklüğü ile hafifçe artma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Beckers vd. (1996), gözenek büyüklüğü 10 ve 43 μm olduğunda sırasıyla soya fasulyesi unu, buğday kepeği ve et ve kemik unu rumen kalıntıları için %87 ve %92, %72 ve %75 ve %64 ve %69 sindirilebilirlik değerleri elde etmişlerdir.

Hvelplund (1985), naylon kese gözenek büyüklüğü 9 ve 22 μm olduğunda sindirilebilirlik değerlerini, soya küspesi, hindistan cevizi keki ve kolza tohumu küspesi kalıntıları için %95 ve %97, %87 ve %87 ve %74 ve %75 değerlerini elde etmiştir. Çalışmada, ruminal tortuları içeren mobil torbalar, denemenin %75'inde duodenuma yerleştirilmeden önce bir pepsin / HCl çözeltisinde önceden inkübe edilmiştir. Pepsin / HCl ön inkübasyonu kullanılmayan çalışma sonuçları veri setinde tutulmuştur, çünkü pepsin / HCl ön inkübasyonunun önemini değerlendiren çalışmalarda karşılaştırmalı veriler, mobil torba tekniğinde rumende ön inkübasyona bırakılan yemlerde ayrıca pepsin ve HCl ile preinkübasyonun gerekli bir adım olmadığını göstermektedir (Voigt vd., 1985; Vanhatalo vd., 1995).

1.8. Naylon Kese Yöntemi

Yemlerin sindiriminin çoğu rumende gerçekleştiğinden, bilim insanları yem numunelerinden rumende kuru madde kaybolmasını ölçen sistemler üzerinde

çalışmışlardır. Tipik bir prosedürde, önemli sayıda deneysel yem, uygun torbalardaki numuneler belirli bir süre rumen içine yerleştirilir. İçinde yem numuneleri bulunan naylon torbadan kaybolan kuru madde miktarı birçok durumda değerlendirilir ve sindirilebilir enerji değerinin faydalı indeksi olarak ortaya konulabilir. Bu tür prosedürler geleneksel sindirim sisteminden çok daha basit olduğu için daha fazla örnek değerlendirilebilir. Sonuçlar doğrudan sindirim değerlerine çevrilebilir olmamasına rağmen, genellikle araştırmada yararlı bir araçtır ve yemleri iyileştirmek için tasarlanmıştır (Neathery, 1972).

Yemlerin inkübasyonu ile rumen fermantasyonunu tahmin etme tekniği rumendeki naylon torbalarındaki örnekler ilk önce Quin vd. (1943), koyun rumeninde bozulmayı incelemek için ipek poşetleri kullanmışlardır. Ancak, elde edilen verileri rumen çıkış hızını belirleyip ve böylece dönüştürerek parçalanabilirlik değerlerini etkili protein parçalanabilirliğine (EPD) göre düzenleyip günümüzde in situ metodun yaygın olarak kullanılması sağlanmıştır (Ørskov ve McDonald, 1979). Protein parçalanabilirliğinin yanı sıra, yöntem kuru maddenin (KM) rumen parçalanabilirliğini incelemek için, nötr-deterjan lifi (NDF) (Stensig vd., 1997) ve nişasta (Tamminga vd., 1990) için kullanılmıştır. Daha sonra, bu yöntem, Huntington ve Givens (1995) tarafından ele alınmış ve bu nedenle, yemler için büyük önem taşıyan bir yöntem olarak benimsenmiştir. İn situ teknik son 50 yıldır yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok isim kullanılmıştır (Sakko, naylon torba, Dacron çantası, bez torba). Bu teknik numunelerin rumen fistüllü hayvanların rumeninin içindeki torbalarda inkübasyonunu gerektirir. Bu torbalar düzenli aralıklarla, ağırlık kaybı (genellikle kuru madde (KM) olarak) ölçülür ve elde edilen veri noktalarına eğri yerleştirilir. Van Soest (1994), bu tekniğin avantaj ve dezavantajlarını sıralamıştır. Karbonhidratların ve proteinin fermantasyonu gerçek fermente edilebilir organik madde (TFOM) sistemi ile açıklanabilir. Bu sistem, ölçülen yem maddelerinin fermantasyon özelliklerine göre yüksek verimli süt ineklerinin rumeninde naylon torba inkübasyonu ve organik maddenin farklı fraksiyonları için varsayılan geçiş oranları üzerine kurulmuştur (Van Straalen, 1995).

Karbonhidratlar; NDF, nişasta (ST), şeker (SU) ve çeşitli organik maddeler (REST = OM- HP- FAT- NDF- ST -SU- fermantasyon ürünleri)'nin toplamından oluşur. Naylon torba inkübasyonu ile yıkanabilir kesir (%W), parçalanamaz kesir (%) ve parçalanma oranı (kd) HP, nişasta, NDF için potansiyel parçalanabilir fraksiyon (%D) ve REST (REST> 100 g / kg olan gıda maddeleri için) belirlenir. Ayrıca suda çözünür protein fraksiyonu (% S) belirlenir. Şeker fraksiyonu anında parçalanabilir olarak varsayılmaktadır. TFOM sistemi temel ilkeler tarafından tarif edilmiştir (Van Straalen, 1995).

Naylon kese yöntemi hayvan besleme alanı dışında da kullanılmaktadır. Hatungimana ve Erickson (2019), bira üretiminde kullanılan ıslak hammaddenin tuz ve ticari olarak kullanılan koruyucu bir madde ile muamele edildikten sonra 28 gün boyunca 12,8- 14,4°C muhafazasını gerçekleştirmişler, 0,7,14,21,28'inci günlerde numuneler alıp bunları in vitro teknik kullanarak IVDMD ve in situ teknik (naylon kese) kullanarak KM, NDF, ADF, protein yıkılabilirliklerini karşılaştırmışlardır. Tuz ile % 2,6 oranında muamele edilen grupta in- situ KM ve protein sindirilebilirliği diğer guruba nazaran daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Xiaogao vd. (2020), koyunlarda naylon kese yönteminde kullanılan keselere konulan numune miktarının bu keselerin alanına oranının (SS:SA) sindirilebilirliğe olan etkisini araştırmışlardır. Standart keselerin 6 x 10 cm boyutlarında olduğu belirtilmiş, numune miktarı artırılarak SS:SA oranı yükseldiğinde yem sindiriminin düştüğü gösterilmiştir. En uygun oranın konsantre yemlerde 3g (SS:SA oranı yaklaşık 25mg/cm²), kaba yemlerde ise 2,5 g (SS:SA oranı yaklaşık 20mg/cm²) olması gerektiği tavsiye edilmiştir.

Ghavipanje vd. (2020), son dönemde gündemde olan kinoa bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada in situ ve invitro gaz üretimi metodu ile kinoanın hasatından sonra tohumlarını ayırmış kalan ürün ile yoncanın besin değerlerini karşılaştırmışlardır. İn situ yöntem ve in vitro yöntemde yapılan çalışmalar sonucu enerji, kuru madde, organik madde, NDF ve lignin bakımından kinoanın yoncadan yüksek sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Dünyanın en önemli sorunları arasında gıdaların israf edilmesi yer almaktadır, gıda kayıpları esas olarak ekim ve hasat zamanında meydana gelmektedir. Fakat bu durum dağıtım ve tüketimdeki kayıpların giderilmeside önemli bir konudur. Bu konuda Evan vd. (2020) tüketimi çok olan brokoli sebzesinin ruminantlarda rasyonlarda kullanılıp kullanılamayacağını araştırmışlardır. Brokolinin hem çiçek bölümünün hem de saplarının in situ ve in vitro yöntemler kullanılarak rumen yıkılabilirlikleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak bitkinin her iki bölümünün de protein (>%23) ve şeker (>%19,9) bakımından zengin olduğu ve rumende yüksek oranda sindirilebildiği gösterilmiş ve rasyonlarda protein kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

1.9. Daisy İnkübatör

ANKOM Fiber Analizörü ilk olarak 1993 yılında NDF ve ADF analizi için kullanılmaya başlanılmıştır. Başlangıçta kolej ve üniversitelerden araştırmacılar, bu cihazın analitik kapasitelerini ve verimliliklerini artırma potansiyelinin farkında olmuşlardır.

FBT' (filter bag technique) nin doğruluğu, Cornell Üniversitesi'nde Dr.P. Van Soest (fiber analizinin kaynağı olan) ile yapılan çok sayıda çalışma ile doğrulanmıştır. Standart Van Soest yöntemlerinin ve FBT'nin aynı çözeltiler kullanılarak karşılaştırılması, iki yöntemin çok çeşitli yemler için eşdeğer olduğunu göstermiştir (Komarek vd.,1993; ve Komarek vd., 1994). FBT'nin etkinliği hakkında veriler biriktiğinde, ticari laboratuvarlar yöntemi değerlendirmiş ve sağlanan verimlilikleri ve maliyet etkinliğini gözlemlediklerinde, standart yöntem olarak benimsemişlerdir. NDF, ADF, lignin ve in vitro gerçek yıkılabilirlik için yemleri analiz etmek için bir filtre torbası yöntemi, ANKOM Teknoloji Şirketi (Fairport, NY) tarafından geliştirilmiştir. ANKOM in-vitro gerçek yıkılabilirlik prosedüründe, rumen sıvısı sindirimi, geleneksel in vitro kuru madde sindirilebilirliğinden (IVDMD) farklı (NDF) sindirimi ile izlenmektedir (Anonim, 1995b; Traxler vd., 1995).

DAISY^{II} Incubator, filtre torbalarına ayrı ayrı yerleştirilmiş 100 adede kadar numuneyi verimli ve doğru bir şekilde analiz etmek için tasarlanmıştır. İşlem

sırasında hız etüdleri veya toplam sindirim etüdleri yapabilmektedir. DAISY^{II} cihazı geleneksel yöntemlerle ilişkili işgücü gereksinimlerinden kurtaran bir sistemdir. Bu sistem ile, testler 100 test tüpü gerektiren geleneksel yönteme karşı dört (4) sindirim kavanozuna bölerek oluşturulan bir uygulama ile 100 adet numune işlenebilmektedir. Uygulama sırasında kavanozlara CO₂ gazı basıldığı için uygun anaerobik koşulların sağlanması daha kolaydır. DAISY^{II} Inkubator'de enzimler veya rumen sıvısı kullanarak yıkılabilirlik çalışmaları yapılabilir. In Vitro Gerçek Yıkılabilirlik (IVGS) deneyleri için gereken ardışık NDF testi, ANKOM200 / 220 Fiber Analizörü kullanılarak kolayca işlenebilir, çünkü filtre torbaları her iki cihaz için de aynıdır. DAISY^{II} Incubator çalışma devam ederken 39,5°C' lik bir inkübasyon sıcaklığını korur (Ankom Technology, 2009).

Ankom Daisy^{II} inkübatörü (ADII; Ankom Technology Corporation Fairport, NY, ABD) geleneksel in vitro prosedürlere bir alternatif olarak kabul görmüştür. İş gücü ihtiyacını azaltır ve tek operatör tarafından yapılabilecek tespit sayısını artırır. Cihaz, 39,5°C'de sürekli olarak döndürülen aynı inkübasyon kabında kapalı polyester torbalarda birkaç rasyon içeriğinde bulunan hammaddenin aynı anda inkübasyonuna izin verir. Bu yöntemle inkübasyon sırasında torbadan kaybolan materyal sindirilebilir kabul edilir. İlk olarak ruminantlar için yemlerin sindirilebilirliğini tahmin etmek için geliştirilen bu yöntem, doğruluk ve tahmin kapasitesini artırmak için değiştirilmiş ve uyarlanmıştır. Çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan modifikasyonlar arasında farklı inoküllerin, tampon solüsyonlarının ve numune ağırlıklarının kullanılması yer alır. Son zamanlarda, evcil hayvanlar da dahil olmak üzere ruminant hayvanlar dışındaki hayvanlarda yemlerin besin sindirilebilirliğini belirlemek için yöntemin uyarlanması için girişimlerde bulunulmuştur (Tassone vd., 2020).

Bu yöntem in vitro sindirim yöntemi olarak, ruminantlarda rasyon sindirilebilirliğini tahmin etmek için maliyetli, yoğun emek gerektiren, zaman alıcı ve etik açıdan zor olan in vivo yönteme alternatif olarak geliştirilmiştir (Tassone vd., 2020).

Tilley ve Terry (1963), tarafından iki aşamalı bir rumen sıvısı-pepsin tekniği (TT) olarak tanımlanan ilk yöntem, in vivo sindirilebilirlik için tatmin edici tahminler sağladığı belirtilmiştir (Van Soest, 1994). Ancak bazı yazarlar TT'nin sadece taze

otlar için doğru olduğunu, silaj veya saman için doğru olmayabileceğini belirtmiştir (Klopfenstein vd., 1972; Adesogan vd., 1998). Araştırmacılar asit-pepsin aşamasını nötr bir deterjan sindirim aşamasıyla değiştirerek TT'yi değiştirdiler; yöntemin bu versiyonu, orijinal TT'den daha hızlı ve daha doğrudur ve sindirilmemiş hücre duvarı bileşenleri temelinde yemlerin in vitro gerçek sindirilebilirliğini tahmin edebilir (Goering ve Van Soest 1970 Van Soest vd., 1966).

Rumen sıvısının değişkenliği ile ilgili sorunların üstesinden gelmek için bazı araştırmacılar tarafından tarif edilen bir aparat kullanarak bir sürekli kültür sistemi geliştirilmiştir (Czerkawski Breckenridge, 1977; Gray vd. 1962). Başlangıç noktası olarak Aafjes ve Nijhof (1967), tarafından: in vitro çalışmalar için inokül üretmek için hala başarıyla kullanılan “Rumen Simulation Technique” (Rusitec) kullanılmaktadır (Carro vd., 2009; Spanghero vd., 2019). Yemin sindirilebilirliğini tahmin etmek için başka invitro yöntemler de geliştirilmiştir. Menke ve Steingass (1988), fermentasyon sırasında üretilen gazı ölçmeyi ve yemlerin enerji içeriğini tahmin etmek için yem bileşimi verilerini ölçmeyi önermişlerdir. Theodorou vd. (1991), önceki çalışmaları (Hungate,1966; Menke vd. 1979) göz önünde bulundurarak, üst boşluk gaz birikimini ölçmek için in vitro bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem daha sonra mikrobiyal metabolizmanın gaz halindeki ürünlerini izlemek için bilgisayarlı basınç sensörleri kullanan ve nötral deterjan fiber (NDF) kaybolması ile gaz üretimi arasında net bir doğrusal ilişki bulan diğer bazı araştırmacılar tarafından revize edilmiştir (Pell ve Schofield,1993; Schofield ve Pell,1995).

Geleneksel in vitro yıkılabilirlik analizini otomatikleştirebilecek ve örnek işleme ve manuel filtreleme adımlarıyla ilgili olanlar gibi bazı analitik hataları çözebilecek bir cihaz parçasına duyulan ihtiyaç, Ankom DaisyII inkübatörünün (ADII; Ankom Technology Corporation Fairport) geliştirilmesine neden oldu (Ankom Technology, 2009). AD^{II} inkübatörü Kanadalı bir müşteri için bir proje olarak başladı ve 1994 yılında ahşap ve biraz kırılğan bir kabin olarak halka tanıtılmıştır (Layton, 2019). Daha sonra 1997 yılında, şu anda kullanılan formda olduğu gibi daha dayanıklı bir metal kabin ile yeni bir model yapılmıştır (Şekil 1.9). ADII’de uygulanan sindirim esasen in vivo simülasyonuna dayanmaktadır. Bu cihazla, dört adet döner sindirim

kavanozu içeren termostatik olarak kontrol edilen bir kabinde 92 adede kadar numuneyi aynı anda analiz etmek mümkündür. Kabinin içindeki sıcaklık bir ısı kontrolörü ile $39 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de tutulur; bir zamanlayıcı, her inkübasyon süresinin ayarlanmasına izin verir. Örnekler F57 filtre torbalarında (25 µm gözenek boyutu) (Ankom Technology Corporation Fairport, NY, ABD) tartılır ve inokulum (rumen sıvısı, dışkı veya enzimler) ve tampon çözelti ile birlikte kavanozlara (23 adet / bir kavanoz) konulur. İnkübatörün içindeki rotasyon raflarına yerleştirilen dört cam kavanozun her biri, iç hacmi ikiye bölen ve sindirim ortamının serbest hareketine izin veren delikli bir karıştırıcı bölme içerir. Torbalar belirli bir inkübasyon süresinden önce ve sonra tartılır ve kaybolan malzeme sindirilebilir kuru madde olarak kabul edilir. ADII inkübatörü, Tilley ve Terry yöntemi ve Van Soest yöntemi gibi geleneksel yöntemlere göre zaman, verimlilik ve iş gücü gereksinimleri açısından avantajlar sunar. Tasarımı nedeniyle, ADII tasarımı çok sayıda örneği test edebilir (Holden, 1999; Vogel vd., 1999). Çeşitli yemlerin ve rasyonların sindirilebilirliğinin tahmini için kolay, ucuz ve etkili bir araç olarak tanımlanmıştır (Holden, 1999; Adesogan, 2002). Bununla birlikte, diğer tekniklerle (toplu kültür tekniği, Ankom Gaz Üretim Sisteminin kullanımı veya Rumen Simülasyon Tekniği gibi) karşılaştırıldığında, ADII inkübatörünün farklı inkübasyon sürelerinde daha yüksek değerler verdiği gösterilmiştir (Alende vd., 2018).



Şekil 1.9: Daisy inkübatör (Ankom Technology Corporation Fairport, New York, NY, USA).

1.9.1.İnokulum

İnokulum, in vitro fermentasyon çalışmaları için çok önemlidir, ancak aynı zamanda rumen sıvısının hazırlanış teknikleri in situ ve in vitro çalışmaları karşılaştırıldıklarında fermentasyon sistemlerinde en büyük varyasyon kaynaklarından birisi olarak gösterilmektedir (Goeser vd., 2009). Ayrıca bu varyasyon kaynakları arasında hayvan türleri, ırk ve hayvan türü çerçevesinde hayvanların kendi aralarında gösterdiği fermentasyon farklılıkları da gösterilebilir. İnokulum olarak rumen sıvısı, dışkı ve enzimatik metotlar kullanılabilir (Tassone vd., 2020).

1.9.1.1. Rumen sıvısı

Diğer sistemlerde olduğu gibi, ADII inkübatöründe en sık kullanılan inokulum kaynağı rumendir. Bu inokulumu sağlamak için rumen fistüllü hayvanların gerekliliği, cerrahi işlemlere ihtiyaç duyulması, enfeksiyonlardan kaçınmak için sürekli bakım ve maliyetler, etik problemler gibi bir dizi pratik sorunu ortaya çıkarır. İnokulum, in vitro fermentasyon çalışmaları için çok önemlidir, ancak aynı zamanda uzun vadede en büyük maliyetlerden birisini oluşturmaktadır (Tassone vd., 2020). Hayvanların refahıyla ilgili maliyet sorunlarını ve etik kaygıları gidermek için kanüllü hayvan kullanmaya gerek olmayan farklı çözümler üzerinde çalışılmıştır. Rumen sıvısı, özafagus yoluyla elde edilebilir, böylece fistül açma ihtiyacını ortadan kaldırır, ancak bu tür numuneler genellikle tükürük ile kontamine olur ve bunların toplanması, konakçı hayvanda önemli ölçüde strese neden olur. Ayrıca, numuneler tüm rumen içeriklerini temsil etmeyebilir (Mould vd., 2005). Bu konuda daha fazla ayrıntı içeren yaklaşım da olmuştur (Ramos-Morales vd., 2014). Bu araştırmacılar, ruminal fermentasyondaki ve mikrobiyal topluluktaki türler, rasyonlar ve türler arasındaki farklılıkları tespit etmek amacıyla, küçük ruminantlarda rumen kanülasyonuna alternatif olarak rumen sondalama yönteminin kullanılabileceğini doğrulamak için rumen kanüle edilmiş koyun ve keçilerle yapılan in vivo deneyleri değerlendirmişlerdir. Stresi azaltan ve hayvanların acı çekmesinden kaçınarak hafifleten daha etik olarak kabul edilebilir bir yaklaşım, kesim sırasında rumen sıvısının toplanmasıdır (Beyihayo vd., 2015). Alba vd. (2018). Bir ADII kullanarak, kesilmiş sığırlardan elde edilen rumen sıvısının kanüle edilmiş hayvanların yerine kullanılabileceğini ve bu yaklaşımın yıkılabilirlik analizine uygun bir alternatif olduğunu doğrulamışlardır. Bu yöntem, mikrobiyota çalışmaları için Rumen Mikrobiyal Genomik Ağı (Rmg Network) tarafından kabul edilmiştir ve kanül yoluyla örneklemeye bir alternatif olarak belirtilmiştir (Yáñez Ruiz vd., 2016).

1.9.1.2. Dışkı

Taze dışkı birçok deneyde alternatif bir ruminal inokulum olarak kullanılmıştır (Alba vd., 2018). Tüm bu çalışmalar, sığır dışkısının in vitro sindirim ve gaz üretimi için mikrobiyal inokül olarak kullanılabileceğini göstermiştir, ancak bu kullanımın rumen sıvısından daha düşük enzimatik aktivite gibi bazı sınırlamaları vardır (Mauricio vd.,

2001; Ramin vd., 2015). Akhter vd. (1999), sığır dışkısının da koyun rumen sıvısına alternatif olarak kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Tufarelli vd. (2010), alternatif bir mikrobiyal inokulum kaynağı olarak yakların (*Bos grunniens*) dışkı örneklerini test etmişler ve bunları kontrol olarak kullanılan rumen sıvısı ile karşılaştırmışlardır. İn vitro sindirilebilirliği tahmin etmek için rumen sıvısı yerine dışkının kullanılabileceğini ve dışkı sıvısına sahip bir ADII inkübatörünün geviş getiren türlerin bir meraya adaptasyon kabiliyetini basitçe değerlendirebildiğini bulmuşlardır. Ayrıca ADII için inokulum olarak deve dışkısı kullanılabileceği gösterilmiştir (Laudadio vd., 2009). Sığır dışkısı, 48 saatten daha düşük olmayan inkübasyon sürelerinde sığır rumen sıvısının yerini almak için kullanılabileceği gösterilmiştir (Cone vd., 2002). Chiaravalli vd. (2019), üç farklı inokül (bir rumen ve iki dışkı) kullanarak ve iki inkübasyon süresini (240 ve 360 saat) dikkate alarak yedi substratın NDF'sini tahmin etmek için bir ADII inkübatörü kullanılmıştır. NDF sonuçları, fekal inokülümün uzun inkübasyon süreleri için rumen sıvısının yerine kullanılabileceğini ve dışkının son nokta ölçümleri için bir inokulum olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Bir hayvanın beslenmesi, mikrobiyal popülasyonunu değiştirebilir. Guzmán ve Sager (2016), yonca otu ve düşük kaliteli saman ile beslenen rumen-fistüle Angus ırkı aynı hayvandan toplanan dışkı ve rumen sıvısının mikrobiyal inokulum ve substratı değerlendirmek için karşılaştırmışlardır. İnokulum ve yıkılabilirlik etkileşimi her iki inokulum kaynağı kullanılarak, gerçek KMS'nin donör hayvanın rasyonundan etkilendiği ve rumen sıvısı değerlerinin çalışmalarda daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, Kim vd. (2014), dışkı mikrobiyotası üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu için, kaba yem bazlı rasyon ile beslenen hayvanlar ile konsantre yem bazlı bir rasyon ile beslenen hayvanlar arasında bir karşılaştırma yapılıyorsa, rasyonun dikkate alınmasını önermiştir.

1.9.1.3. Enzim

Mikrobiyal inokulumun ortadan kaldırıldığı enzimatik metodolojiler, zaman içinde rumen sıvısındaki değişikliklerle ilişkili problemleri önlemek için geliştirilmiştir (Mould vd., 2005). Bu yaklaşım, metodolojide gelişmiş bir standardizasyon,

inokulum kaynağı ve hazırlanmasına atfedilebilecek varyasyonlarda azalma ve rumen sıvısı donörleri olarak cerrahi olarak modifiye edilmiş hayvanlara daha az bağımlılık sunduğu için önerilebilir (Varadyova vd.,2005). Bununla birlikte, rumen sıvısı veya diğer inokulumların yerine enzimlerin kullanılması girişimi, bunların hazırlanmasında değişkenlik sorunlarına neden olmuştur (De Boever vd., 1988). Enzim aktivitelerini veya inkübasyon koşullarını optimize etmek için çok az çalışma yapılmıştır. Daisy İnkübatörde enzimlerin kullanıldığı ruminantların sindirilebilirliği üzerine mevcut çalışmalar olmamasına rağmen, birçok araştırmacı enzimleri domuzlar Akinsola (2013), tavşanlar (Abad vd., 2013; Ferreira vd., 2017) ve köpekler Candellone vd. (2019), üzerindeki yıkılabilirlik çalışmalarında zaten kullanmıştır.

1.9.2. Kullanılan keseler, örnek ağırlığı ve miktarı

İlk ve en yaygın olarak kullanılan ADII inkübatör torbası F57 torbasıdır. F57 torbası, bir çözeltinin maksimum akışını kolaylaştıran, böylece en iyi substrat etkileşimini ve minimum partikül kaybını sağlayan üç boyutlu bir filtrasyona sahip ekstrüde edilmiş bir polietilen elyaftan oluşur. F57 filtre torbası yaklaşık 25 µm gözenek boyutuna sahiptir, 50 mm uzunluğunda ve üstte 50 mm genişliğindedir ve 30 mm alt genişliğe kadar inceler. Özellikle öğütme boyutu ile ilgili örnek işleme, torbanın gözenek boyutu ile etkileşime girer ve yemin kaybolma derecesini etkiler (Mabjeesh vd., 2000). Vanzant vd. (1998), tarafından önerilen numune büyüklüğünün torba yüzey alanına oranı, in vivo ruminal kaybolmaya göre bozunabilirlik tahminlerinin doğruluğunu artırmak için 10 mg / cm²'dir. Önceki çalışmalarda, hem 0,25 g (Robinson vd., 1999; Valentine vd., 2019), hem de 0,5 g (Trujillo vd., 2010; Bender vd., 2016) örnek boyutları Ankom prosedürleriyle birlikte kullanılmıştır. Coblenz ve Akins (2019), ADII cihazı ile belirlenen tritikale yemlerinin NDF sindirilebilirlik değerlerini karşılaştırmışlar ve iki örnek boyutu (0,25 ve 0,50 g) ve 12, 24, 30, 48, 144 ve 240 saatlik inkübasyon sürelerini değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, geleneksel bir metodoloji kullanan ticari bir laboratuvardan elde edilenlerle karşılaştırılmıştır. Örnek boyutu 0,25 g olmasıyla, Ankom ve geleneksel yöntemler arasındaki doğrusal denklemler hem 30 hem de 48 saatte farklılık göstermemiştir. Özellikle 0,50 g numune kullanıldığında 30 saatlik inkübasyon için daha az uyum tespit edilmiştir.

Özellikle 24, 30 ve 48 saatlik inkübasyon süreleri için Ankom yöntemleri kullanıldığında NDF sindirilebilirlik değerleri genellikle 0,25 g numune boyutu için daha büyük olarak bulunmuştur.

1.9.3. Tampon Çözeltiler

Önce ruminantlar sonra monogastrikler için in vitro sindirilebilirliği incelemek için kullanılan birçok yöntem ve tampon solüsyonu ADII inkübatoründe uygulanmıştır. İnkübasyon sırasında pH'yı kontrol etmek ve inokulum mikroorganizmalarına besin sağlamak için bir tampon solüsyonu (fosfat, karbonat veya her ikisi) kullanılır. Tampon olmadan, kısa zincirli yağ asitleri pH'yı düşürür. Sadece fosfat tamponlarının CO₂ altında hazırlanmasına gerek yoktur (Coles vd., 2005).

1.9.4. Daisy inkübatorun diğer yöntemler ile karşılaştırılması

İn vitro sindirilebilirliği ölçmek için birçok yöntem mevcuttur, ancak yalnızca birkaç makale ADII inkübatörü kullanılarak elde edilen sonuçları diğer prosedürlerin sonuçlarıyla karşılaştırmıştır (Alende vd., 2018). ADII inkübatoru kullanılarak elde edilen ruminantlarda sindirilebilirliğe ilişkin ilk sonuçlar Komarek vd. (1994), tarafından sunulmuştur. ADII inkübatöründen elde edilen KMS verileri ile geleneksel Tilley ve Terry (1963) ve Goering vd. (1970), yöntemleri aracılığıyla elde edilen veriler arasında fark olmadığı gösterilmiştir (Ayangbile vd., 1995). Traxler vd. (1995), farklı inkübasyon süreleri (48, 72 ve 144 saat) için dört yem üzerinde KMS'yi belirlemişler ve geleneksel Van Soest yönteminin (Van Soest vd.,1966), daha verimli olduğu bulunsu da sonuçlar temelde Ayangbile vd. (1995)'nin sonuçlarını doğrulamaktadır. Cohen vd. (1997), mısır silaj örneklerini GVS yöntemine (Goering ve Van Soest, 1970), göre tüplerde ve bir ADII inkubatoründe farklı zamanlarda yıkanmamış F57 torbaları veya doldurulmadan önce asetonda yıkanmış F57 torbaları kullanarak inkübe etmişlerdir. ADII ile ölçülen NDFD, muhtemelen torbalar içinde gaz ve asit son ürünlerinin tutulması nedeniyle tüplerdekenden daha düşüktü ve yıkanan filtre torbalarının değerleri, tüplerin çalkalanmasıyla elde edilenlere benzer bulunmuştur. Traxler (1997), bunun yerine

ADII ile GVS yöntemi arasında çok az fark olduğunu rapor etmişlerdir. Zamanla, diğer çalışmalar ADII inkubatörünün kaba yemlerin, tahılların ve ruminantlar için hazırlanan rasyonların KM sindirilebilirliğini tahmin etmek için kullanılabileceğini doğrulamıştır (Goerin ve Van Soest,1970; Holden,1999; Vogel vd., 1999; Mabjees vd., 2000; Brons ve Plazizier, 2005; Damiran vd., 2008; Coblenz vd., 2019).

Bütün bu bilgilerden sonra bu çalışma, yoğun olarak hayvan beslenmesinde kullanılan bazı soya ürünlerinin mandalar ve inekler arasında yıkılabilirliklerinin in-situ ve in-vitro yöntemler yardımıyla karşılaştırılması amacı ile gerçekleştirilmiştir.



2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 03.05.2017 tarih ve AKÜHADYEK-49533702/64 numaralı onayı ile (EK. 7.1.), 17-SAĞ. BİL. 04 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

2.1. Materyal

2.1.1. Hayvanlar ve Yönetim

Çalışmada rumen kanülü takılmış 3 adet İsviçre esmeri inek ($n=3$; CA: 425 ± 25 kg) ve 3 adet melez dişi Manda (Murrah x Anadolu mandası) (*Bubalus bubalis*); ($n=3$ CA: 625 ± 25 kg) kullanılmıştır. Tüm çalışma boyunca ve alıştırma döneminde hayvanlar padok sisteminde serbest dolaşımda tutulmuşlardır. Beslenme *ad-libitum* olarak ve 680 kg ağırlığında ve 12,81 kg KM/gün gebe olmayan bir ineğin NRC (2001) de verilen gereksinimlerine göre günde 1 kez (sabah 8.00'de) yapılmıştır. Yemlikler öğlen saat 12:00 ve akşam saat 21:00'de kontrol edilmiş ve çalışma boyunca yemlikler hiç boş bırakılmamıştır. Hayvanlara çalışma boyunca taze su otomatik suluklardan sağlanmıştır. Çalışma sırasında hayvanlara verilen bazal rasyonun içerik ve kimyasal kompozisyonu çizelge 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1: Çalışma sırasında hayvanlara verilen bazal rasyonun içerik ve kimyasal kompozisyonu

Yem maddeleri	
İçerik, % KM	
Yonca	19,54
Arpa samanı	40,76
Arpa (kırılmış)	7,85
Mısır (kırılmış)	8,75
Mısır kepeği	1,59
Buğday kepeği	5,57
Ayçiçeği küspesi ^a	6,36
Pamuk tohumu küspesi ^b	9,55
Vit- Min premiks ^c	0,03
İçerik	
KM % yem	89,17
HP %	12,90
ME Mcal/kg	2,01
NE _L Mcal/kg	1,08
aNDFom, %	53,44
ADFom, %	37,23
ADL, %	6,76
NFC, %	23,30
Nişasta, %	13,86
Kalsiyum, %	0,53
Fosfor, %	0,38

^a %24 ham protein

^b %31 ham protein

^c kg içeriği: vitamin A 15,000,000 IU, vitamin D 21,000,000 IU, vitamin E 28 g, biotin 1,5 g, manganez 45 g, demir 25 g, çinko 140 g, bakır 25 g, cobalt 0,25 g, iyot 1,4 g, selenyum 1,2 mg, kireçtaşı 698 g.

2.1.2. Yem materyali

Çalışmada kullanılan dört farklı hammaddenin besin madde içerikleri çizelge 2.2’de verilmiştir. Soya küspesi amerikan menşeelidir.

Çizelge 2.2: Araştırmada kullanılan dört farklı hammaddenin besin madde içerikleri, %

Hammaddde	KM	HP	HY	HK
SK	93,74	46,62	1,41	6,25
TYS	95,26	32,77	21,50	4,73
SF	94,30	37,05	20,54	5,59
SP	93,76	39,29	0,55	6,23

SK: Soya küspesi, TYS: Tam yağlı soya, SF: Soya flake, SP: Soypass, KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HK: Ham kül

2.2. Metot

2.2.1. Naylon Kese Yöntemi

2.2.1.1. Naylon Kese Yöntemi için Örnek Hazırlanması

Çalışmada soya flake, tam yağlı soya, soypass, soya küspesi olmak üzere dört farklı soya ürünü kullanılmıştır. Örnek numuneler 65 °C’ de 48 saat sıcak hava fırınında kurutulduktan sonra öğütme işlemi gerçekleştirilmiştir. Rumende her inkubasyon saati için 4 farklı örnek, gözenek boyutu 40-60 µm olan 8 × 12 cm boyutundaki naylon keslere (torbalara) her bir torbaya yaklaşık 3 g olacak şekilde tartılmıştır.

2.2.1.2. Ruminal Yıkılma

Çalışmada kullanılan rumen kanüllü hayvanlar toplam karışım rasyon (TMR) ile beslenmişlerdir. İn-situ sindirim denemesi, her bir numune için 5 inkubasyon süresi x 4 tekrerrür ve her bir kesede ortalama 3 g numune olacak şekilde uygulanmıştır. Tüm numunelerin yıkama kayıpları hesaplanmıştır. Naylon keseler uzun sağlam bir lastiğe

bağlı olarak rumen fistüllü hayvanların rumenlerinin içinde olacak şekilde fistül kapaklarındaki metal çengellere tutturulmuştur. İçine yem tartılan naylon keseler sabah yemlemesinden önce (saat 07:30-08:00) tüm hayvanların rumenine aynı anda yerleştirilmiştir. Naylon keseler 4, 8, 12, 16 ve 24 saat boyunca hem inek hem mandalarda aynı anda inkubasyona bırakılmıştır. Rumenden alınma saatleri gelen torbalar alındıktan hemen sonra soğuk musluk suyunda akan su temiz olana kadar yıkanmıştır. Musluk suyunda yıkanan torbalar 48 saat boyunca 65 °C' de sıcak hava fırınında kurutulmuştur. Naylon kese yöntemi Van Soest (1965), yöntemine göre yapılmıştır.

2.2.1.3. Kimyasal Analizler

Rumenden alınıp, musluk suyunda yıkanan ve 48 saat boyunca 65 °C' de kurutulan numunelerde; ham protein, ham yağ, ham sellüloz ve ham kül analizleri (AOAC,1997)' ye göre yapılmıştır.

2.2.2. Daisy İnkübatör

2.2.2.1. Daisy İnkübatör için Örnek Hazırlanması

Çalışmada kullanılan dört farklı soya ürünleri 65 °C' de 48 saat sıcak hava fırınında kurutulmuş, daha sonra öğütme işlemi ve karıştırma işlemi ile Daisy inkubatörde sindirim denemesi için hazırlanmıştır. Sindirim denemesinden önce ürünler için yıkama kayıpları hesaplanmıştır. Ankom firmasından temin edilen (F-57) filtreli torbalar 3-5 dakika aseton ile ön durulamaya tabi tutulup kurutulmuştur. Bu işlem mikrobiyel sindirimi inhibe edebilecek etkenleri uzaklaştırmak için yapılmıştır. Her bir torbanın ağırlığı tartılıp not edilmiştir (W1). Terazı sıfırlanıp her torbaya 0,25 g numune gelecek şekilde numune ilave edilmiştir (W2). Her numuneden her hayvan için 12 adet tekerrür örnek torbalara konulmuştur.

2.2.2.2. Daisy İnkübatör için İnokulum Hazırlanması

İki Adet 2 litrelik termos 39 °C' lik su ile doldurulmuştur. Rumen fistüllü olan ve çalışmada kullanılan süt ineği ve mandalardan rumen kanül kapakları açılarak 2000 ml rumen içeriği termoslara birisinde sığır rumen içeriği, diğerinde manda rumen içeriği olacak şekilde aynı zamanlama ile doldurulmuştur. Termosların rumen sıvılarının sıcaklığını koruması için önceden sıcak su konulmuş, rumen sıvısı doldurulmadan az önce sıcak su boşaltılmıştır. Alınan rumen içerikleri karıştırıcıya (Blender) boşaltılmıştır. Blender haznesi CO₂ gazına tabi tutulup yüksek hızda 30 saniye karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi, mikrobiyel popülasyonu ayrıştırıp, in vitro fermentasyondaki mikrobiyel popülasyonu oluşturmayı sağlamaktadır. Karıştırıcı içerikleri 4 kat tülbentten geçirilerek 5'er litrelik erlenmayerlere birinde inek rumen sıvısı, diğerinde manda rumen sıvısı olacak şekilde CO₂ gazı verilerek süzölmüştür. (Erlenmayer 39 °C' ye kadar daha önceden ısıtılmıştır). Erlenin içine süzülen rumen inokulumundan 400 ml ölçü silindire alındıktan sonra bu inokulum daha önceden çalıştırılmış ve 39 °C' ye kadar ısıtılmış olan daisy inkübatörün içinde bulunan kavanozlardan birine dökülmüş ve içine 30 sn kadar CO₂ gazı verilmiştir. Gaz uygularken fokurdamasına müsaade edilmemiştir.

2.2.2.3. Daisy İnkübatör için Tampon Çözeltinin Hazırlanması

Çizelge 2.3: Tampon çözelti A içeriği

Tampon çözelti A	g/lt
KH ₂ PO ₄	10
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,5
NaCl	0,5
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,1
Üre	0,5

Çizelge 2.4: Tampon çözelti B içeriği

Tampon çözelti B	g/lt
Na ₂ CO ₃	15
Na ₂ S.9H ₂ O	1,0

Tampon çözeltiler yukarıda belirtildiği miktarlarda karıştırılarak hazırlanmıştır. Her iki tampon çözelti (A ve B) 39⁰C’ ye kadar ısıtılmıştır. Aynı bir kaba 266 ml B çözeltisi ve 1330 ml A çözeltisi konulmuştur (1:5 oranında). Doğru karışım oranı 39⁰C’ de pH 6,8 olacak şekilde bulundurulmuştur. Bu karışımdan içinde numune bulunan kavanozların herbirine 1600 ml eklenmiştir. Her bir kavanozda toplam 2000 ml sıvı (1600 ml tampon çözelti ve 400 ml rumen inokulumu) ve her bir kavanoza 25 adet filtreli torba konulacak şekilde daha önceden çalıştırılan cihazın içine yerleştirilmiştir. Numuneler kavanoz ayırıcısının her iki tarafına eşit olarak dağıtılmış ve düzeltme faktörü hesabı için her kavanoza 1 adet boş ve mühürlenmiş torba tartılarak konulmuştur (C1). Tampon çözeltilerin içerikleri çizelge 2.3 ve 2.4 ‘de gösterilmiştir.

2.2.2.4. İnkübasyon ve Hesaplamalar

Numuneler ve kavanozlar gereğine uygun şekilde yerleştirildikten sonra ısı ve karıştırıcı düğmeleri açık konumda 48 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Daisy inkübatör sıcaklığı 39,5 ± 0,5 seviyesinde tutulmuştur. İnkübasyon süresi sona erdiğinde kavanozlar çıkartılıp sıvı boşaltılmıştır. Akan su temiz oluncaya kadar torbalar musluk suyu ile yıkanmıştır. Durulanan torbalar selüloz tayin cihazına yerleştirilmiş ve NDF analizi yapılmıştır. Bu işlemlerin sonundaki ağırlık (W3) olarak kaydedilmiştir. Hesaplamalar aşağıda gösterilen formül yardımıyla yapılmıştır:

$$\%IVGS = 100 - (W_3 - (W_1 \times C_1)) \times 100 / W_2$$

$$\%IVGKMS = \frac{100 - (W_3 - (W_1 \times C_1)) \times 100}{W_2 \times KM}$$

W₁= Torba ağırlığı

W₂= Numune ağırlığı

W₃= NDF analizleri sonunda elde edilen torba ağırlığı

C_1 = Boş torba düzeltme faktörü (etüvde kurutma sonrası boş torbanın kendi ağırlığı)

IVGS= In vitro gerçek sindirilebilirlik

KM= Kuru madde

Daisy inkubatörde sindirim denemesi Van Soest vd., (1966), yöntemine göre yapılmıştır.

2.2.3. İstatistik Analizler

Rumen yıkımlanma verilerinin değerlendirilmesinde SAS programının (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA version 9.04) MIXED prosedürü kullanılarak tekrarlı ölçüm doğrusal karma model oluşturulmuştur. Modelde tür (sığır, manda), örneklem zamanı (4., 8., 12., 16., 24. saat) ve ikisinin birbiri ile interaksyonu sabit etki; her bir hayvan ise rassal etki olarak belirlenmiştir. Modelde serbestlik dereceleri Kenward-Roger yaklaşımı ile hesaplanmıştır. Zamana bağlı modelde örneklem zamanlama oranı eşit olmadığı için SP_{POW} – Mesafe üslü kovaryans yapısı kullanılmıştır (Çetin ve Bek, 2019). Sabit etkilerde fark görüldüğünde post-hoc testleri için ikili karşılaştırmalar yapılmış, bunun için PDIFF komutu kullanılmıştır.

Kinetik yıkımlanma parametrelerinin hesaplanmasında aşağıdaki üssel model kullanılmıştır (Orskov ve McDonald, 1979):

$$y = a + b \times [1 - \exp(-c \times t)]$$

Burada y terimi t zamanında yıkımlanan fraksiyonu, a terimi rumene ilk giriş anındaki hızlı yıkımlanan fraksiyonu, b terimi yavaş yıkımlanan fraksiyonu, $a+b$ terimi asimtot değerini, c terimi saatte yıkımlanma sabitini ve t ise inkübasyon zamanını ifade eder. Bunun yanında potansiyel yıkımlanmayan fraksiyon ve saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri de aşağıda formüllere göre hesaplanmıştır (Andrighetto vd., 1993):

$$UF = 100 - (a+b)$$

$$ED = a + (b \times c) / (c+k)$$

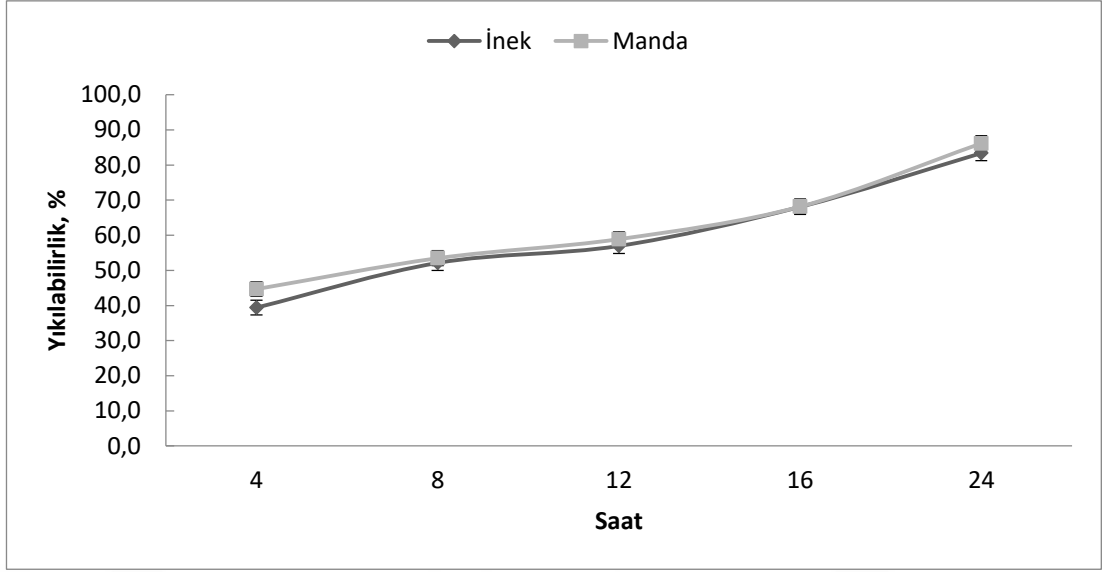
Tüm bu formüllerin hesaplanmasında NLIN komutu kullanılarak Marquardt algoritması yardımı ile her bir örneğin non-linear değerleri hesaplanmıştır. Kinetik parametrelerin hesaplanmasında tüm besin madde analizlerinde gecikme zamanı (lag time) 4 saat olarak belirlendi. Kinetik parametrelerin hesaplanmasının ardından grup ortalamalarının karşılaştırılmasında doğrusal karma model MIXED komutu kullanılarak oluşturulmuştur. Bu modelde sabit etki tür (sığır, manda), her bir örnek ise rassal etki olarak alınmıştır. Aynı model rumen inkübatörü verilerinin değerlendirilmesinde de kullanılmıştır.

Çalışmanın tüm verilerinde standartlaştırılmış artıklar (studentized residuals) kontrol edilmiş ve <-4 veya >4 olanlar marjinal değer kabul edilerek modelden çıkarılmıştır. Bunun yanında UNIVARIATE komutu kullanılarak verilerin normal dağılımları belirlenmiş, normal dağılmayan verilere logaritmik transformasyon uygulanarak modelde veri analizine geçilmiştir. Tüm grafik ve tablolarda ortalamalar en küçük kareler ortalaması $LSMEAN \pm SEM$ olarak ifade edilmiş, önemlilik düzeyleri $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

3.BULGULAR

3.1. Soya Küspesi

Soya küspesinin zamana bağlı in situ kuru madde (KM) yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.1’de verilmiştir. Çalışmada 24 saatlik KM yıkılabilirlik değerleri ortalamaları inek ve manda’da sırasıyla %59,9 ve %62,3 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç istatistik olarak önemli değildir. Zamana bağlı KM sindirilebilirlik değerleri ise farklı bulunurken ($P<0,0001$), tür x zaman interaksyonu görülmemiştir ($P=0,50$). Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği  izelge 3.1’de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerleri  izelge 3.2’de gösterilmiştir. Kuru madde sindirilebilirliği için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla $P=0,51$, $P=0,42$, $P=0,28$). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerlerinde de türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla $P=0,99$, $P=0,58$, $P=0,77$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından türler arasında farklılık tespit edilmemiştir ($P=0,74$).



Şekil 3.1: Soya küspesinin zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.1: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği, %

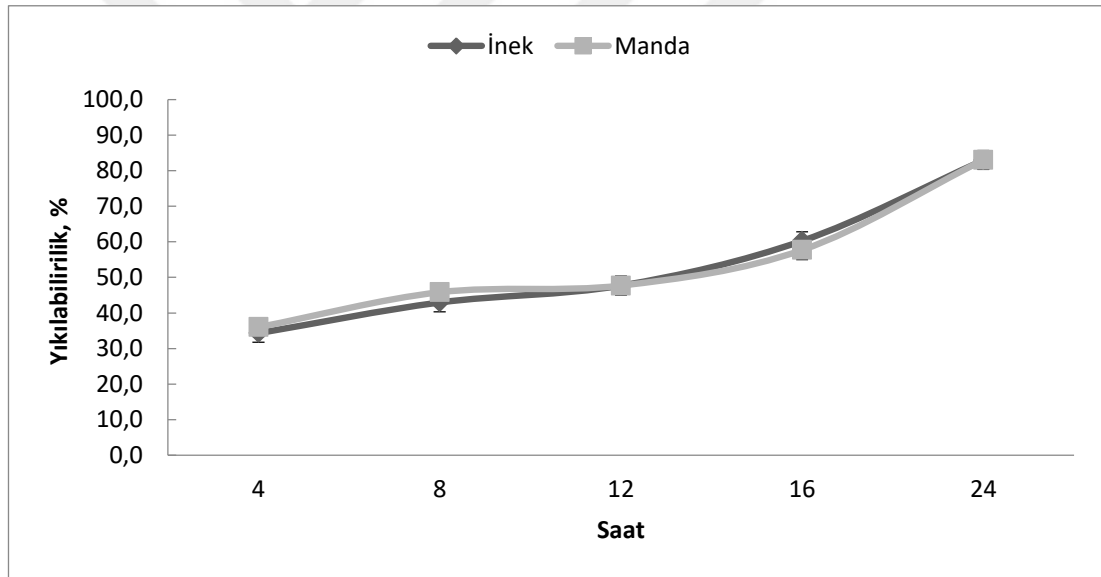
Soya küspesi KM yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	39,40 $\pm$ 2,10	44,67 $\pm$ 2,10
8	52,12 $\pm$ 2,15	53,46 $\pm$ 2,15
12	56,95 $\pm$ 2,10	58,88 $\pm$ 2,10
16	68,07 $\pm$ 2,10	68,15 $\pm$ 2,15
24	83,38 $\pm$ 2,10	86,16 $\pm$ 2,16

KM: Kuru madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.2: Soya küspesinin KM kinetik sindirebilirlik değerleri

Soya Küspesi	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
KM				
a	40,22	41,60	1,46	0,51
b	54,85	60,37	4,53	0,42
c	0,09	0,064	0,01	0,28
ED _{0.02}	84,04	84,03	3,95	1,00
ED _{0.05}	73,14	75,10	2,50	0,58
ED _{0.08}	63,96	64,72	1,76	0,77
UF	7,83	10,68	5,67	0,74

Soya küspesinin zamana bağlı in situ ham protein (HP) yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.2’de verilmiştir. Çalışmada 24 saatlik HP yıkılabilirlik değerleri ortalamaları açısından inek ve manda’da farklılık oluşmamıştır (sırasıyla %53,6 ve %54,0; $P=0,88$). HP sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı anlamlı biçimde değişmiş ($P<0,0001$); ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir ($P=0,77$). Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği Çizelge 3.3’de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerlendirmeleri çizelge 3.4’de gösterilmiştir. HP sindirilebilirliği için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla $P=0,22$, $P=0,84$, $P=0,82$). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerlerinde türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla $P=0,93$, $P=0,87$, $P=0,72$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından her iki türde de bir değer elde edilememiştir.



Şekil 3.2: Soya küspesinin zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.3: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği, %

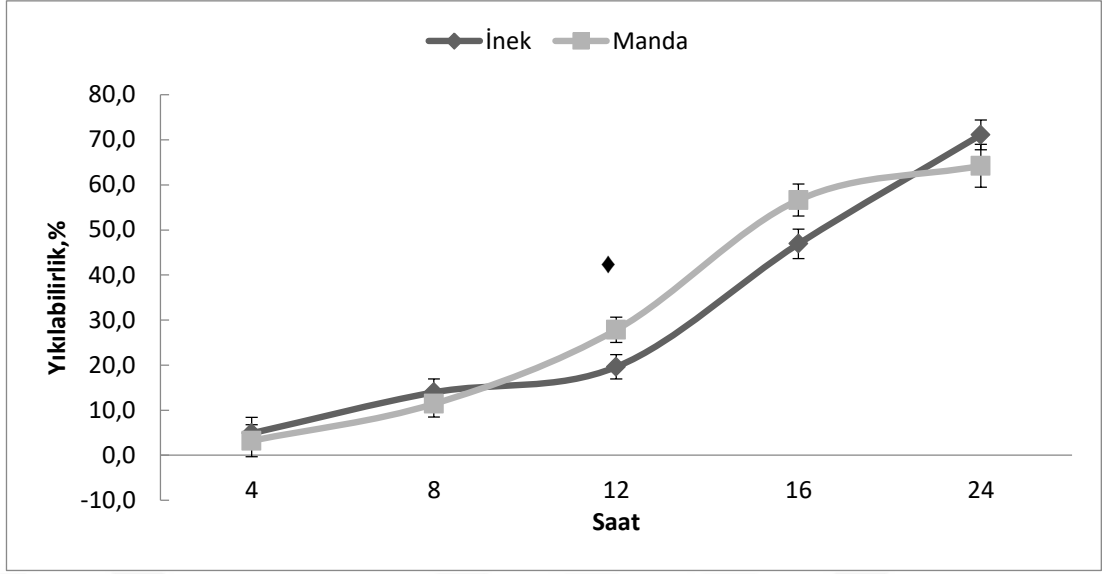
Saat	Soya küspesi HP yıkılabilirliği	
	Inek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	34,31 $\pm$ 2,60	36,00 $\pm$ 2,60
8	42,94 $\pm$ 2,67	45,82 $\pm$ 2,67
12	47,69 $\pm$ 2,60	47,70 $\pm$ 2,60
16	60,27 $\pm$ 2,60	57,71 $\pm$ 2,68
24	82,96 $\pm$ 2,60	83,04 $\pm$ 2,69

HP: Ham protein, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.4: Soya küspesinin HP kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soya Küspesi	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HP				
a	31,30	28,38	1,64	0,22
b	91,76	85,95	17,65	0,84
c	-2,47	-2,54	0,20	0,82
ED _{0.02}	96,18	96,73	4,21	0,93
ED _{0.05}	70,82	70,24	2,51	0,87
ED _{0.08}	1,75	1,74	0,02	0,72
UF	*	*	*	*

Soya küspesinin zamana bağlı in situ ham yağ (HY) yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.3’de verilmiştir. Çalışmada 24 saatlik HY yıkılabilirlik değerleri açısından inek ve manda arasında farklılık tespit edilememiştir (sırasıyla %31,29 ve %32,67; P=0,60). Ham yağ sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı anlamlı biçimde değişmiş (P<0,0001); ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir (P=0,07). Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği Çizelge 3.5’de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerleri ise Çizelge 3.6’de gösterilmiştir. Ham yağ sindirilebilirliği için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla P=0,24, P=0,25, P=0,65). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerlerinde (Sırasıyla P=0,72, P=0,17, P=0,84) ve yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından da türler arasında farklılık görülmemiştir (P=0,54).



Şekil 3.3: Soya küspesinin zaman bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.5: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği, %

Soya küspesi HY yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	4,88 ± 3,53	3,21 ± 3,53
8	13,96 ± 2,93	11,40 ± 2,94
12	19,60 ± 2,69	27,83 ± 2,82
16	46,92 ± 3,29	56,64 ± 3,52
24	71,10 ± 3,33	64,24 ± 4,75

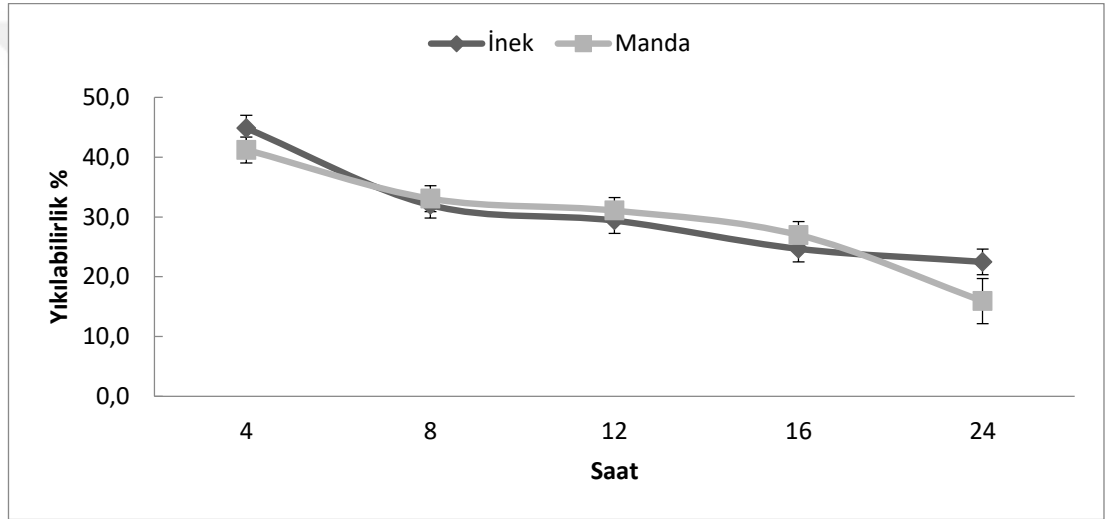
HY: Ham yağ, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.6: Soya küspesinin HY kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soya Küspesi	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HY				
a	19,27	15,50	2,23	0,24
b	63,67	29,86	18,62	0,25
c	0,33	0,17	0,23	0,65
ED _{0.02}	61,41	55,90	10,32	0,72
ED _{0.05}	48,48	58,91	5,22	0,17
ED _{0.08}	42,87	44,16	4,35	0,84
UF	34,78	48,50	14,56	0,54

Soya küspesinin zamana bağlı in situ organik madde (OM) değerleri Şekil 3.4'de verilmiştir. Çalışmada 24 saatlik OM değerleri inek ve manda da sırasıyla %30,67 ve

%29,65; P=0,55) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç istatistik olarak önemli değildir. OM değerleri zamana bağlı anlamlı biçimde değişmiş ($P<0,0001$); ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir ($P=0,31$). Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği Çizelge 3.7’de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerleri çizelge 3.8’de gösterilmiştir. HK için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla $P=0,33$, $P=0,84$, $P=0,16$). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri (Sırasıyla $P=0,22$, $P=0,54$, $P=0,18$) ile yemin sindirilmeyen fraksiyonları yönünden de türler arasında farklılık göstermemiştir ($P=0,72$).



Şekil 3.4: Soya küspesinin zamana bağlı OM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.7: Soya küspesinin inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği, %

Soya küspesi OM yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	44,83 ± 2,17	41,22 ± 2,17
8	31,98 ± 2,17	33,06 ± 2,17
12	29,39 ± 2,17	31,05 ± 2,17
16	24,66 ± 2,17	26,97 ± 2,26
24	22,48 ± 2,17	15,93 ± 3,76

OM: Organik madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

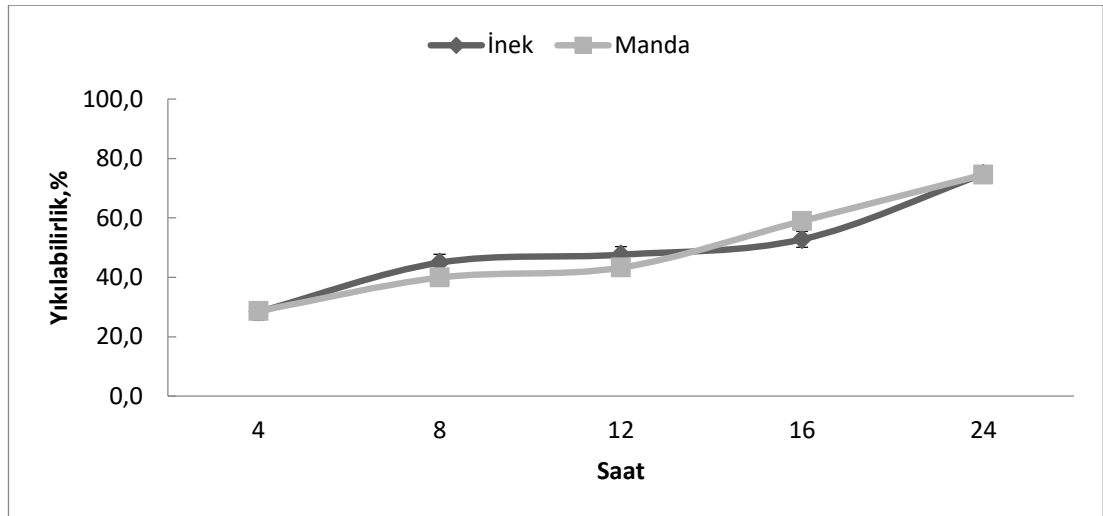
Çizelge 3.8: Soya küspesinin HK kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soya Küspesi	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	
				Tür

HK				
a	60,16	55,70	3,17	0,33
b	27,09	24,08	9,98	0,84
c	0,27	1,13	0,39	0,16
ED _{0.02}	77,80	72,62	2,86	0,22
ED _{0.05}	74,85	72,94	2,18	0,54
ED _{0.08}	71,57	68,15	1,75	0,18
UF	21,31	24,04	5,24	0,72

3.2. Tam Yağlı Soya

Tam yağlı soyanın (TYS) zamana bağlı in situ KM yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.5’de verilmiştir. Çalışmada 24 saatlik KM yıkılabilirlik değerleri türler arasında farklı bulunmamıştır (sırasıyla %49,70 ve %49,07; $P=0,80$). KM sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı olarak anlamlı olarak değişmiş ($P<0,0001$); ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir ($P=0,12$). Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği Çizelge 3.9’da verilmiştir Kinetik yıkılabilirlik değerlendirilmeleri ise Çizelge 3.10’da gösterilmiştir. KM sindirilebilirliği için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla $P=0,72$, $P=0,78$, $P=0,98$). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri açısından da türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla $P=0,89$, $P=0,36$, $P=0,98$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından her iki türde de bir değer elde edilememiştir.



Şekil 3.5: Tam yağlı soyanın zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.9: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği, %

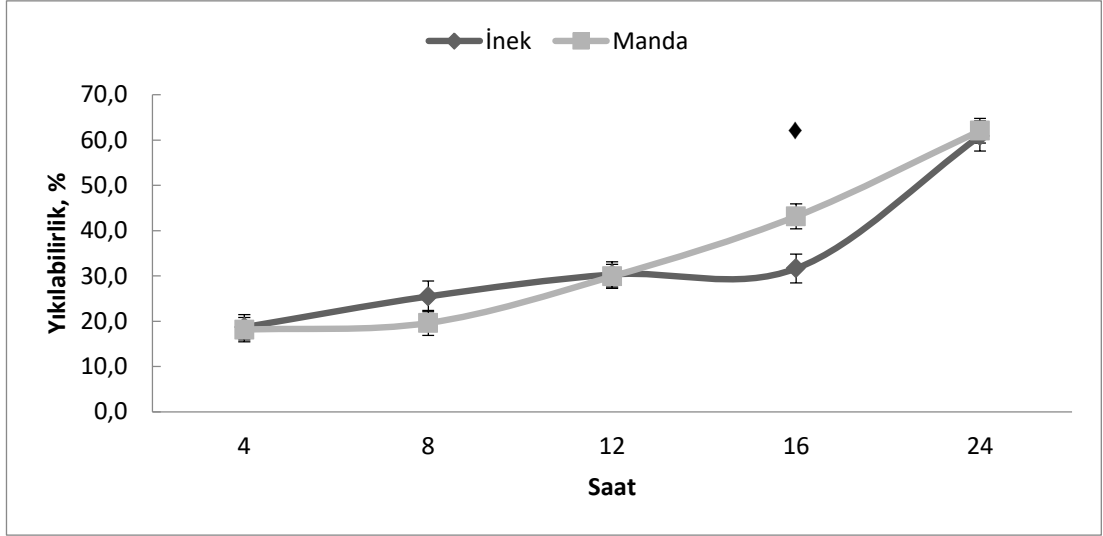
Saat	Tam yağlı soya KM yıkılabilirliği	
	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	28,37 $\pm$ 2,68	28,66 $\pm$ 2,68
8	44,95 $\pm$ 2,77	39,92 $\pm$ 2,68
12	47,61 $\pm$ 2,77	43,25 $\pm$ 2,68
16	52,81 $\pm$ 2,68	58,96 $\pm$ 2,78
24	74,75 $\pm$ 2,79	74,56 $\pm$ 2,79

KM: Kuru madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.10: Tam yağlı soyanın KM kinetik yıkılabilirlik değerleri

Tam Yağlı Soya	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
KM				
a	28,62	27,14	2,89	0,72
b	64,38	58,52	13,86	0,78
c	0,09	0,09	0,02	0,98
ED _{0.02}	2,26	2,31	0,31	0,89
ED _{0.05}	62,67	65,45	2,11	0,36
ED _{0.08}	53,28	53,36	2,01	0,98
UF	*	*	*	*

Tam yağlı soyanın zamana bağlı in situ HP yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.6'da verilmiştir. Araştırmada 24 saatlik HP yıkılabilirlik değerleri inek ve manda da sırasıyla %33,40 ve %34,57 (P=0,66) olarak tespit edilirken, oluşan rakamsal farklılık istatistik olarak önemli değildir. Ham protein sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı anlamlı biçimde değişmiş (P<0,0001); tür x zaman interaksyonu da aynı zamanda farklı bulunmuştur (P=0,01). Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği Çizelge 3.11'de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerlendirilmeleri çizelge 3.12'de gösterilmiştir. Ham protein sindirilebilirliği için a fraksiyonunda türler arasında farklılık görülmemiştir (P=0,60); ancak b ve c fraksiyonlarında türler arasında farklılık gözlemlenmiştir (Sırasıyla P=0,04, P=0,02). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri yönünden türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla P=0,75, P=0,22, P=0,29). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından her iki türde de bir değer elde edilememiştir.



Şekil 3.6: Tam yağlı soyanın zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.11: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği, %

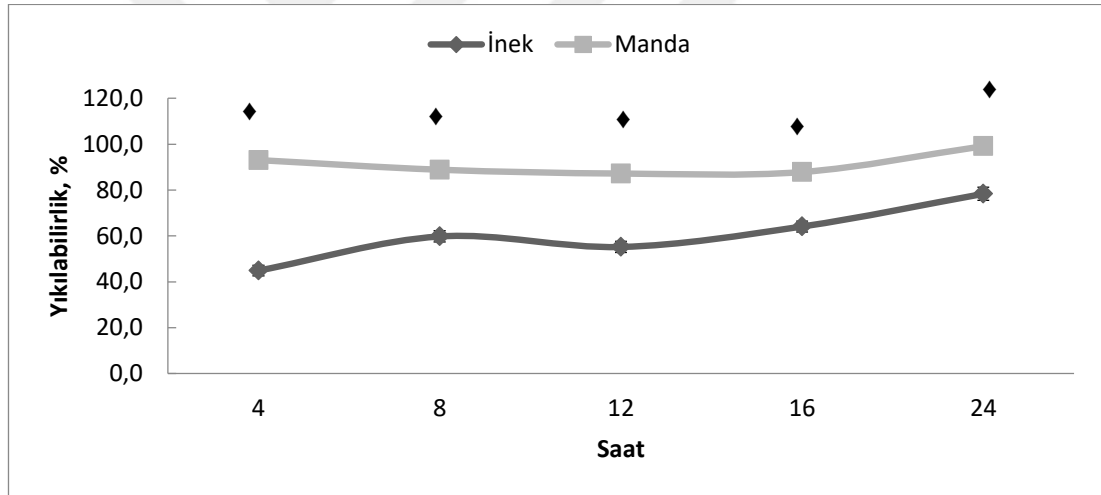
Tam yağlı soya HP yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	18,68 ± 2,77	18,14 ± 2,65
8	25,47 ± 3,40	19,61 ± 2,75
12	30,32 ± 2,77	29,89 ± 2,65
16	31,64 ± 3,18	43,14 ± 2,75
24	60,89 ± 3,34	62,05 ± 2,74

HP: Ham protein, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.12: Tam yağlı soyanın HP kinetik yıkılabilirlik değerleri

Tam Yağlı Soya	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HP				
a	14,02	15,74	2,26	0,60
b	50,77	95,32	10,72	0,04
c	0,10	0,04	0,01	0,02
ED _{0.02}	67,57	70,64	6,67	0,75
ED _{0.05}	45,08	50,31	2,96	0,22
ED _{0.08}	35,26	38,90	2,37	0,29
UF	*	*	*	*

Tam yağlı soyanın zamana bağlı in situ HY yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.7’de verilmiştir. Çalışmada 24 saatlik HY yıkılabilirlik değerleri inek’te manda’ya göre istatistik olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir (Sırasıyla %60,46 ve %91,22; $P<0,0001$). Ham yağ sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı olarak yine istatistik olarak anlamlı biçimde değişmiş ($P<0,0001$); tür x zaman interaksyonu görülmüştür ($P<0,0001$). Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği Çizelge 3.13’de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerleri Çizelge 3.14’de gösterilmiştir. Ham yağ sindirilebilirliği için a, b fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmüştür. (Sırasıyla $P=0,001$, $P=0,01$); ancak c fraksiyonunda türler arasında farklılık gözlemlenmemiştir ($P=0,31$). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerlerinde de türler arasında farklılık görülmüştür (Sırasıyla $P=0,03$, $P=0,001$, $P=0,001$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından her iki türde de bir değer elde edilememiştir.



Şekil 3.7: Tam yağlı soyanın zamana bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.13: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği, %

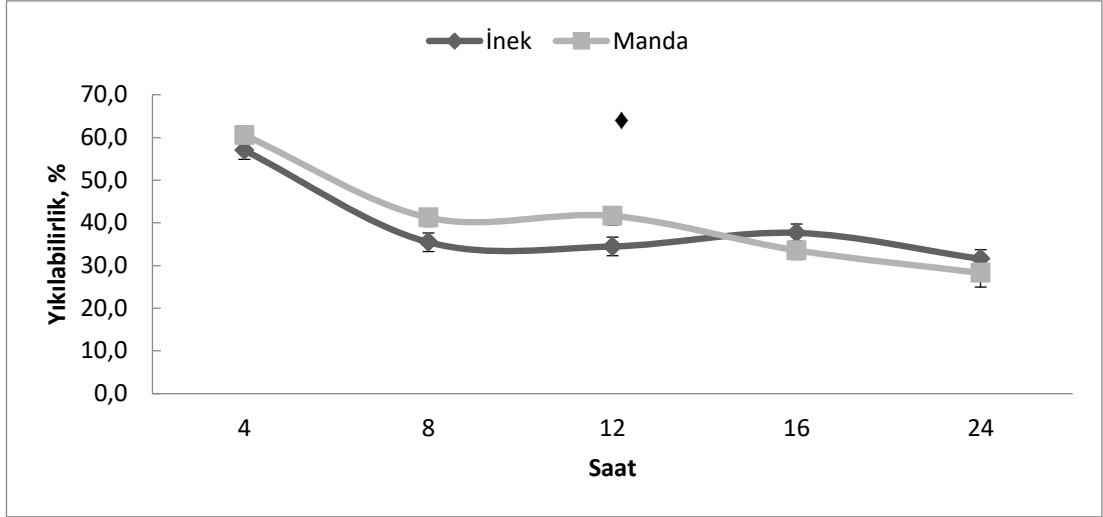
Tam yağlı soya HY yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	44,89 ± 2,34	93,05 ± 2,86
8	59,76 ± 2,45	88,86 ± 2,87
12	55,19 ± 2,45	87,19 ± 2,34
16	64,10 ± 2,34	87,86 ± 2,44
24	78,33 ± 2,86	99,11 ± 2,44

HY: Ham yağ, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.14: Tam yağlı soyanın HY kinetik yıkılabilirlik değerleri

Tam Yağlı Soya	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HY				
a	45,64	81,47	5,03	0,00
b	42,96	96,56	11,61	0,01
c	0,56	0,03	0,35	0,31
ED _{0.02}	67,71	83,68	4,63	0,03
ED _{0.05}	65,48	86,11	3,89	0,00
ED _{0.08}	62,28	82,38	4,37	0,00
UF	*	*	*	*

Tam yağlı soyanın zamana bağlı in situ OM değerleri Şekil 3.8’de verilmiştir. Çalışmada 24 saatlik OM değerleri inek ve manda’da farklı çıkmamıştır (sırasıyla %39,22 ve %41,04; P=0,35). Organik madde değerleri zamana bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmiş (P<0,0001); tür x zaman interaksyonu görülmüştür (P=0,01). Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği Çizelge 3.15’de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerlendirilmeleri çizelge 3.16’da gösterilmiştir. Ham kül için a, b fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla P=0,06, P=0,34); c fraksiyonu için türler arasında farklılık tespit edilmiştir (P=0,02). Ayrıca saatlik %2 etkin yıkılabilirlik değeri açısından farklılık görülmemiştir (P=0,73). Ancak %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri yönünden türler arasında farklılık görülmüştür. (Sırasıyla P=0,0011, P=0,0037). Ayrıca, yemin sindirilmeyen fraksiyonları da türler arasında farklılık göstermemiştir (P=0,42).



Şekil 3.8: Tam yağlı soyanın zamana bağlı OM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.15: Tam yağlı soyanın inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği, %

Tam yağlı soya OM yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	59,98 ± 2,09	60,53 ± 2,09
8	35,45 ± 2,18	41,22 ± 2,09
12	34,46 ± 2,18	41,62 ± 2,09
16	37,64 ± 2,09	33,55 ± 2,17
24	31,55 ± 2,16	28,25 ± 3,31

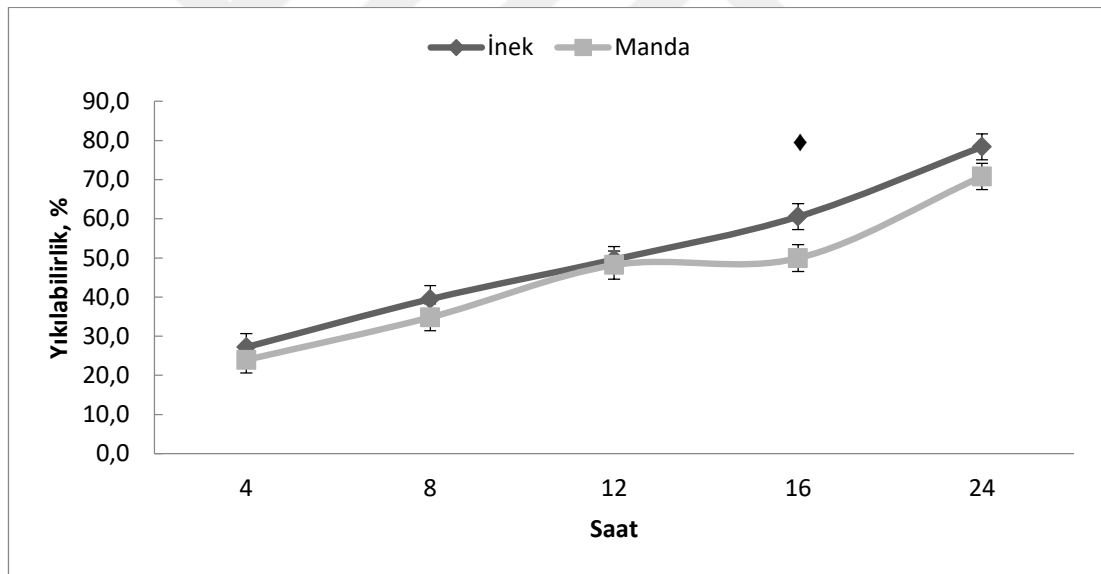
OM: Organik madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.16: Tam yağlı soyanın HK kinetik yıkılabilirlik değerleri

Tam Yağlı Soya	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HK				
a	48,67	38,56	3,58	0,06
b	22,17	31,34	6,70	0,34
c	2,28	0,37	0,53	0,02
ED _{0.02}	68,17	66,52	3,28	0,73
ED _{0.05}	65,48	86,11	3,89	0,00
ED _{0.08}	62,28	82,38	4,37	0,00
UF	35,66	32,47	2,75	0,42

3.3. Soya Flake

Araştırmada 24 saatlik KM yıkılabilirlik değer ortalamaları inek ve manda arasında farklı bulunmamıştır (sırasıyla %51,04 ve %45,54; $P=0,09$). KM sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı istatistik olarak anlamlı bir şekilde değişmiş ($P<0,0001$); ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir ($P=0,55$). Soya flake'in zamana bağlı in situ KM yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.9'da verilmiştir. Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği Çizelge 3.17'de verilmiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerleri çizelge 3.18'de gösterilmiştir. Kuru madde sindirilebilirliği için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla $P=0,18$, $P=0,06$, $P=0,18$). Ancak saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri açısından türler arasında farklılık bulunmuştur (Sırasıyla $P=0,02$, $P=0,04$, $P=0,04$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları da türler arasında farklılık göstermemiştir ($P=0,09$).



Şekil 3.9: Soya flake'in zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.17: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği, %

Soya flake KM yıkılabilirliği		
Saat	İnek $\bar{x} \pm S\bar{x}$	Manda $\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	27,21 ± 3,44	23,95 ± 3,32
8	39,46 ± 3,45	34,82 ± 3,45
12	49,59 ± 3,32	48,17 ± 3,60
16	60,53 ± 3,32	49,94 ± 3,44

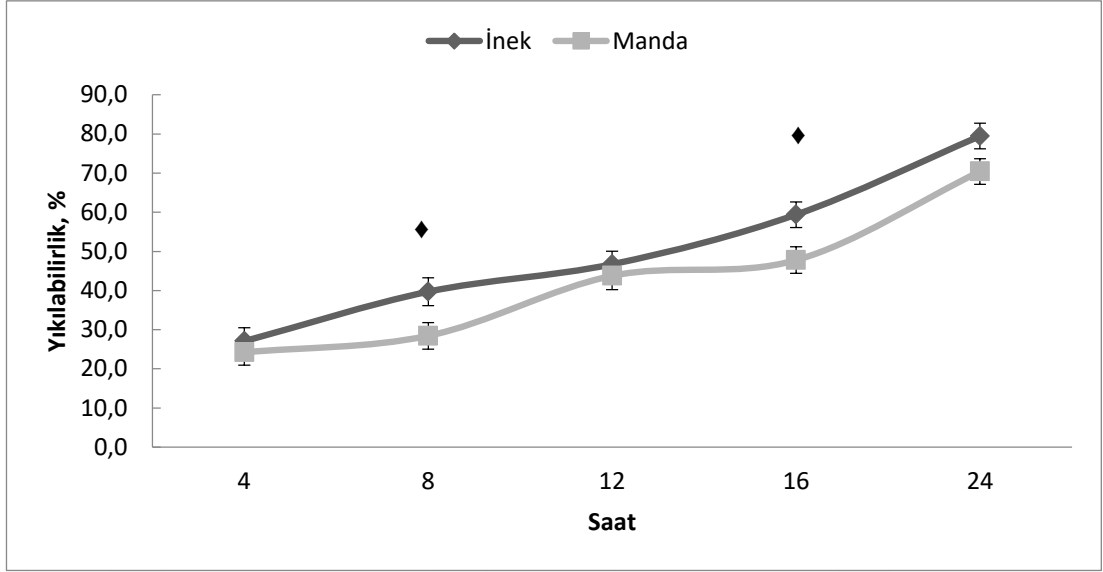
24	78,37 ± 3,32	70,80 ± 3,32
----	--------------	--------------

KM: Kuru madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, S $\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.18: Soya flake'in KM kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soya flake	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
KM				
a	44,50	38,95	2,83	0,18
b	54,75	25,19	9,86	0,0631
c	0,08	0,11	0,02	0,18
ED _{0.02}	78,40	60,26	4,49	0,026
ED _{0.05}	79,93	66,40	4,41	0,0412
ED _{0.08}	68,80	58,02	3,66	0,049
UF	22,21	38,77	5,33	0,09

Çalışmada, soya flake'in 24 saatlik HP yıkılabilirlik değerleri ortalamaları inek ve manda'lardan elde edilen değerler arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (sırasıyla %50,47 ve %42,92; P=0,03). Ham protein sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmiş (P<0,0001); ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir (P=0,37). Soya flake'in zamana bağlı in situ HP yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.10'da verilmiştir. Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği Çizelge 3.19'de verilmiştir. HP sindirilebilirliği için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla P=0,06, P=0,65, P=0,22). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 teorik etkin yıkılabilirlik değerleri açısından türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla P=0,42, P=0,11, P=0,06), yemin sindirilmeyen fraksiyonları türler arasında farklılık göstermiştir (P=0,03). Kinetik yıkılabilirlik değerleri çizelge 3.20'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Soya flake'in zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.19: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği, %

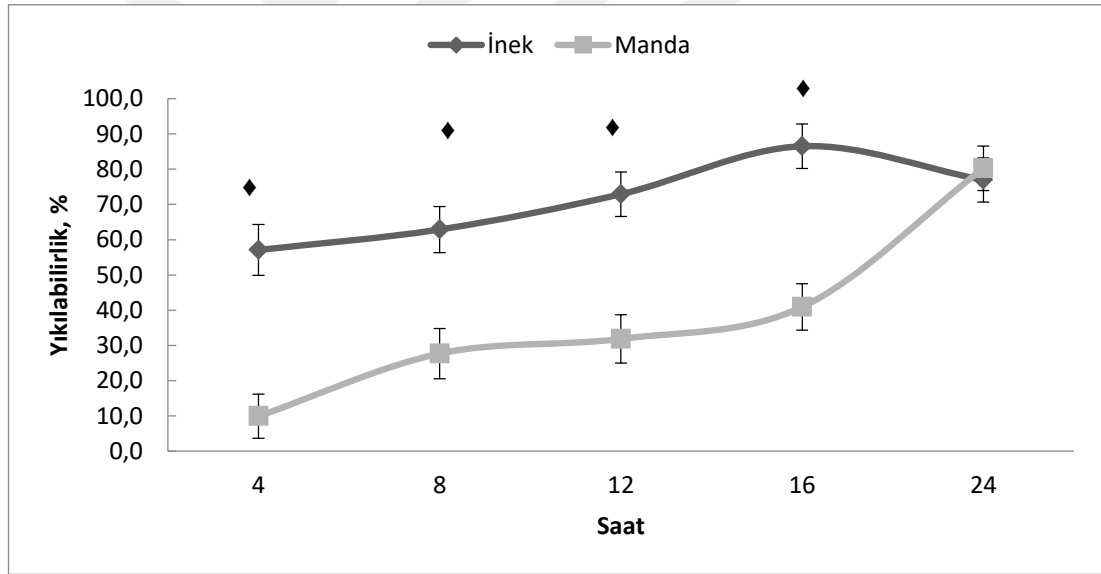
Soya flake HP yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	27,07 $\pm$ 3,40	24,22 $\pm$ 3,28
8	39,71 $\pm$ 3,54	28,44 $\pm$ 3,41
12	46,72 $\pm$ 3,28	43,77 $\pm$ 3,55
16	59,38 $\pm$ 3,28	47,77 $\pm$ 3,40
24	79,45 $\pm$ 3,28	70,40 $\pm$ 3,28

HP: Ham protein, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.20: Soya flake'in HP kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soya flake	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HP				
a	24,64	20,45	1,51	0,06
b	74,18	69,24	7,42	0,65
c	0,08	0,06	0,01	0,2293
ED _{0.02}	81,06	73,44	6,52	0,4293
ED _{0.05}	65,44	57,82	3,22	0,11
ED _{0.08}	53,40	45,71	2,78	0,06
UF	6,77	20,05	3,25	0,03

Araştırmada, 24 saatlik HY yıkılabilirlik değerleri açısından türler arasında fark bulunmuştur (Sırasıyla %71,27 ve %38,14; ($P<0,0001$). Ham yağ sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı istatistik olarak önemli bir şekilde değişmiş ($P<0,0001$); tür x zaman interaksiyonu görülmüştür ($P=0,001$). Soya Flake'in zamana bağlı in situ HY yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.11'de verilmiştir. Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği Çizelge 3.21'de verilmiştir. Ham yağ sindirilebilirliği için a ve b fraksiyonunda türler arasında farklılık görülürken (sırasıyla $P=0,0021$, $P=0,0001$), c değeri tespit edilememiştir. Ayrıca saatlik %2, etkin yıkılabilirlik değeri açısından türler arasında farklılık görülmezken ($P=0,94$), ancak %5 ve %8 etkin yıkılabilirliklerde türler arasında fark bulunmuştur (Sırasıyla $P=0,01$, $P=0,0005$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından her iki türde de bir değer elde edilememiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerleri çizelge 3.22'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11: Soya flake'in zamana bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.21: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği, %

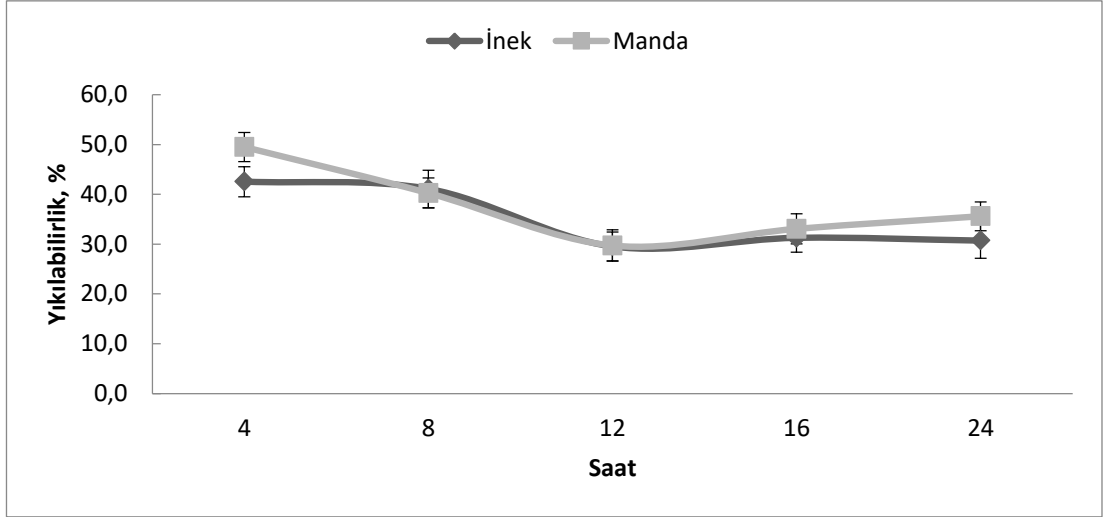
Soya flake HY yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	57,07 ± 7,22	9,91 ± 6,29
8	62,89 ± 6,55	27,69 ± 7,15
12	72,92 ± 6,29	31,86 ± 6,83
16	86,52 ± 6,29	40,93 ± 6,55
24	76,95 ± 6,29	80,28 ± 6,29

HY: Ham yağ, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.22: Soya flake'in HY kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soya flake	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HY				
a	46,42	12,84	6,48	0,00
b	1,76	2,97	0,12	0,00
c	*	*	*	*
ED _{0.02}	76,43	77,21	6,89	0,94
ED _{0.05}	77,88	59,45	4,43	0,01
ED _{0.08}	1,84	1,61	0,04	0,00
UF	*	*	*	*

Çalışmada, 24 saatlik OM değerleri ortalamaları açısından gruplar arasında fark bulunmamıştır (sırasıyla %35,04 ve %37,63; $P=0,33$). Organik madde değerleri zamana bağlı anlamlı olarak değişmiş ($P<0,0001$); ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir. ($P=0,64$). Soya flake'in zamana bağlı in situ OM değerleri Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği Çizelge 3.23'de verilmiştir. Ham kül için a fraksiyonunda farklılık gözlemlenmiş ($P=0,01$); ancak b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla $P=0,73$, $P=0,63$) Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlikler yönünden türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla $P=0,57$, $P=0,83$, $P=0,47$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları da türler arasında farklılık göstermemiştir ($P=0,95$). Kinetik yıkılabilirlik değerleri çizelge 3.24'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12: Soya flake'in zamana bağlı OM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.23: Soya flake'in inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği, %

Soya flake OM yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	42,56 ± 3,02	49,50 ± 2,90
8	41,10 ± 3,75	40,25 ± 3,02
12	29,55 ± 2,90	29,72 ± 3,16
16	31,27 ± 2,90	33,07 ± 3,02
24	30,71 ± 3,52	35,61 ± 2,90

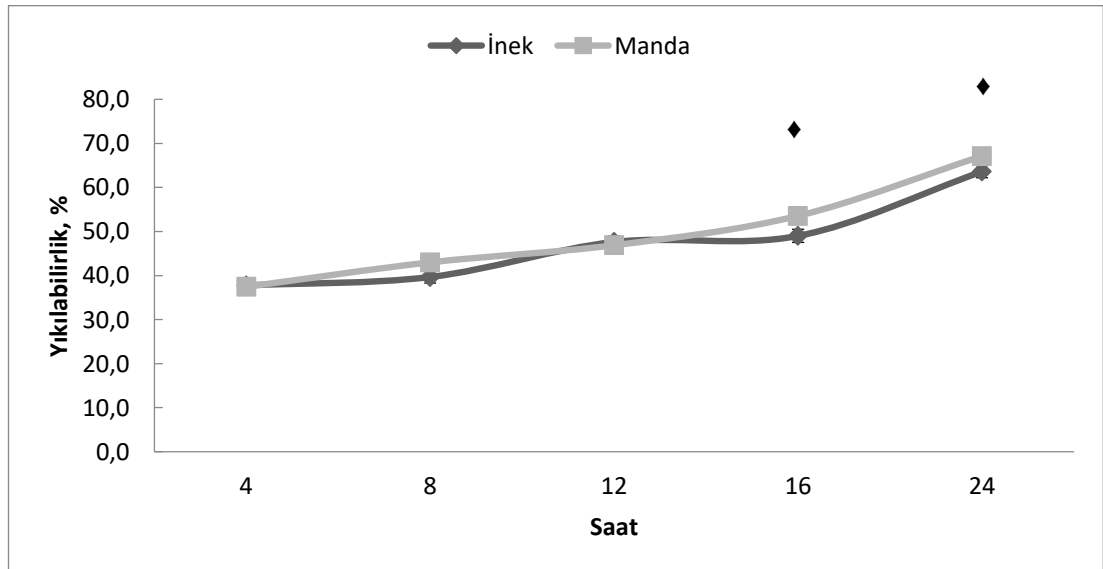
OM: Kuru madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.24: Soya flake'in HK kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soya flake	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	
HK				
a	37,22	51,82	3,47	0,01
b	48,10	41,90	12,35	0,73
c	0,90	0,71	0,27	0,63
ED _{0.02}	67,39	64,59	3,43	0,57
ED _{0.05}	63,20	64,58	4,54	0,83
ED _{0.08}	57,63	61,76	4,02	0,47
UF	32,62	32,97	4,19	0,95

3.4. Soypass

Araştırmada, 24 saatlik KM yıkılabilirlik değerleri ortalamaları gözden geçirildiğinde türler arasında fark bulunmuştur (Sırasıyla %47,54 ve %49,61; $P=0,0001$). Kuru madde sindirilebilirlik değerleri gruplar arasında zamana bağlı anlamlı biçimde değişmiş ($P<0,0001$); tür x zaman interaksyonu da görülmüştür ($P=0,02$). Soypass'ın zamana bağlı in situ KM yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.13'de verilmiştir. Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği Çizelge 3.25'de verilmiştir. Kuru madde sindirilebilirliği için a, b fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmezken (sırasıyla $P=0,65$, $P=0,12$), c değeri tespit edilememiştir. Ayrıca saatlik %2 etkin yıkılabilirlik değeri yönünden türler arasında farklılık görülmüş ($P=0,03$), buna karşın, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri açısından gruplar arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla $P=0,88$, $P=0,34$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından her iki türde de bir değer elde edilememiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerlendirmeleri çizelge 3.26'de gösterilmiştir.



Şekil 3.13: Soypass'ın zamana bağlı KM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.25: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama KM yıkılabilirliği, %

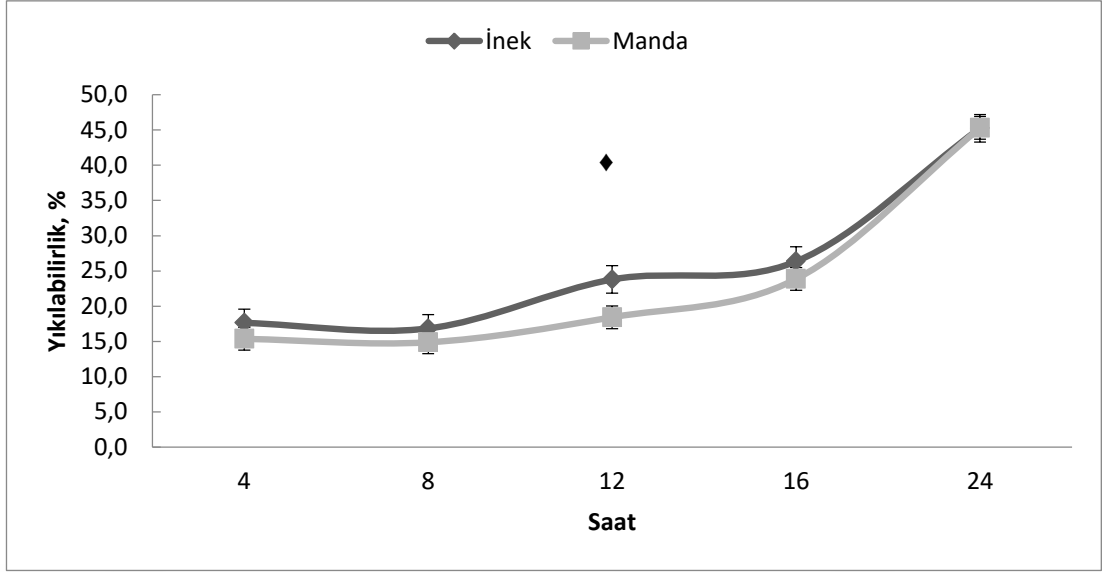
Soypass KM yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	37,78 $\pm$ 1,36	37,46 $\pm$ 1,11
8	39,68 $\pm$ 1,36	43,01 $\pm$ 1,11
12	47,63 $\pm$ 1,36	46,89 $\pm$ 1,11
16	49,01 $\pm$ 1,47	53,56 $\pm$ 1,11
24	63,60 $\pm$ 1,36	67,14 $\pm$ 1,11

KM: Kuru madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.26: Soypass'ın KM kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soypass	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
KM				
a	37,27	37,92	1,01	0,65
b	2,40	2,71	0,14	0,127
c	*	*	*	*
ED _{0.02}	78,97	90,62	3,60	0,0355
ED _{0.05}	57,68	61,34	1,43	0,0881
ED _{0.08}	1,71	1,72	0,01	0,34
UF	*	*	*	*

Sunulan çalışmada, 24 saatlik HP yıkılabilirlik değerlerine bakıldığında türler arasında farklılık bulunmamıştır (sırasıyla %25,98 ve %23,57; P=0,10). Ham protein sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı olarak değişirken (P<0,0001), ancak tür x zaman interaksyonu görülmemiştir (P=0,61). Soypass'ın zamana bağlı in situ HP yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.14'de verilmiştir. Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği Çizelge 3.27'de verilmiştir. Ham protein sindirilebilirliği için a fraksiyonunda türler arasında farklılık görülürken (P=0,03), b fraksiyonunda farklılık görülmemiş (P=0,40), buna karşın c değeri tespit edilememiştir. Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlik değerleri açısından türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla P=0,55, P=0,58, P=0,18). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları açısından her iki türde de bir değer elde edilememiştir. Kinetik yıkılabilirlik değerleri Çizelge 3.28'de gösterilmiştir.



Şekil 3.14: Soypass'ın zamana bağlı HP in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.27: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği, %

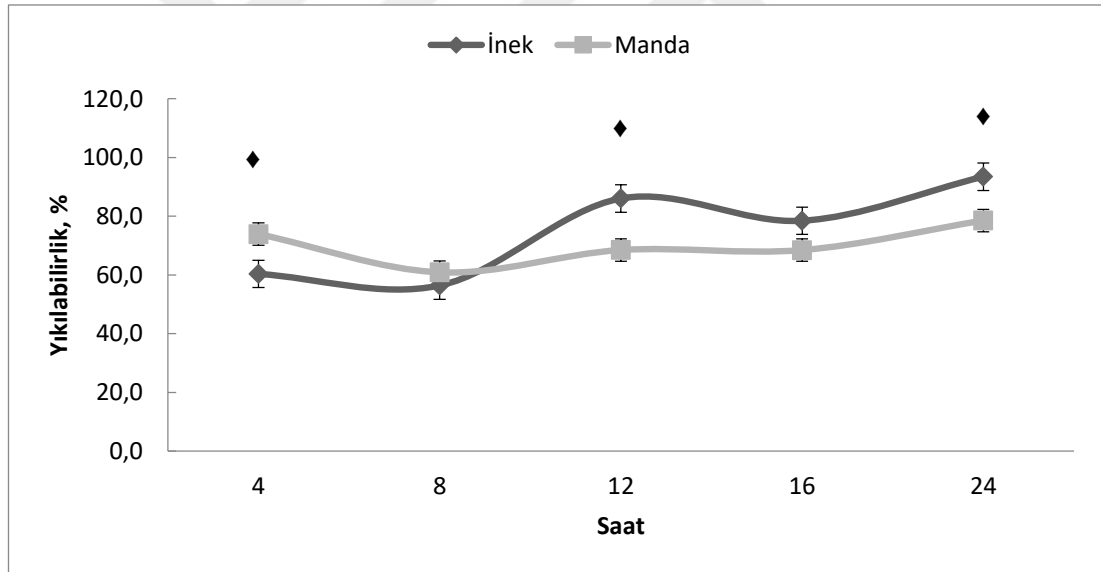
Saat	Soypass HP yıkılabilirliği	
	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	17,63 ± 1,96	15,36 ± 1,60
8	16,85 ± 1,96	14,88 ± 1,60
12	23,79 ± 1,96	18,43 ± 1,60
16	26,35 ± 2,09	23,86 ± 1,60
24	45,25 ± 1,96	45,29 ± 1,60

HP: Ham protein, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.28: Soypass'ın HP kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soypass	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HP				
a	16,17	12,45	1,10	0,03
b	2,37	2,56	0,15	0,40
c	*	*	*	*
ED _{0.02}	52,34	57,81	6,38	0,5543
ED _{0.05}	34,26	32,08	2,75	0,58
ED _{0.08}	28,65	24,99	1,84	0,18
UF	*	*	*	*

Çalışmada 24 saatlik HY yıkılabilirlik değerleri dikkate alındığında türler arasında fark bulunmamıştır (sırasıyla %74,94 ve %70,05; $P=0,07$). Ham yağ sindirilebilirlik değerleri zamana bağlı anlamlı biçimde değişirken ($P<0,0001$); tür x zaman interaksyonu da tespit edilmiştir ($P=0,001$). Soypass'ın zamana bağlı in situ HY yıkılabilirlik değerleri Şekil 3.15'de verilmiştir. Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama HP yıkılabilirliği Çizelge 3.29'de verilmiştir. Ham yağ sindirilebilirliği için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık gözlemlenmiştir (Sırasıyla $P=0,01$, $P=0,001$, $P=0,0001$). Ayrıca saatlik %2 ve %8 etkin yıkılabilirlikler yönünden türler arasında farklılık görülmezken (Sırasıyla $P=0,09$, $P=0,87$), ancak %5 teorik pasaj hızında türler arasında farklılık görülmüştür ($P=0,01$). Yemin sindirilmeyen fraksiyonları da türler arasında farklı bulunmamıştır ($P=0,79$). Kinetik yıkılabilirlik değerleri Çizelge 3.30'da gösterilmiştir.



Şekil 3.15: Soypass'ın zamana bağlı HY in situ yıkılabilirlik düzeyleri

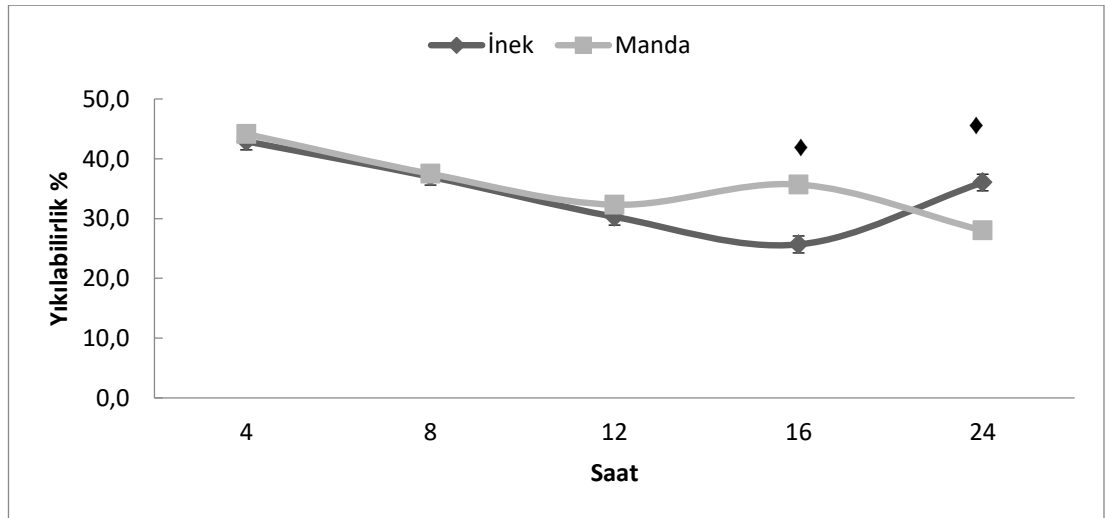
Çizelge 3.29: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama HY yıkılabilirliği, %

Soypass HY yıkılabilirliği		
Saat	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	60,34 ± 4,67	73,90 ± 3,81
8	56,40 ± 4,67	60,89 ± 3,81
12	86,03 ± 4,67	68,48 ± 3,81
16	78,44 ± 4,67	68,46 ± 3,81

Çizelge 3.30: Soypass'ın HY kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soypass	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HY				
a	54,56	69,96	3,73	0,01
b	22,03	12,27	1,19	0,00
c	0,29	0,17	0,01	0,00
ED _{0.02}	82,40	64,50	6,75	0,09
ED _{0.05}	80,17	73,10	1,72	0,01
ED _{0.08}	73,43	72,88	2,30	0,87
UF	16,18	15,95	0,59	0,79

Araştırmada, 24 saatlik OM ortalamaları gruplar arasında farklı bulunmamıştır (sırasıyla %34,38 ve %35,53; P=0,20). Organik madde değerleri zamana bağlı olarak değişirken (P<0,0001), tür x zaman interaksyonu da görülmüştür (P<0,0001). Soypass'ın zamana bağlı in situ OM değerleri Şekil 3.16'de verilmiştir. Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği Çizelge 3.31'de verilmiştir. Ham kül için a, b, c fraksiyonlarında türler arasında farklılık görülmemiştir (sırasıyla P=0,11, P=0,06, P=0,55). Ayrıca saatlik %2, %5 ve %8 etkin yıkılabilirlikler yönünden türler arasında farklılık görülmemiştir (Sırasıyla P=0,40, P=0,06, P=0,11). İlave olarak yemin sindirilmeyen fraksiyonları da farklı çıkmamıştır (P=0,06). Kinetik yıkılabilirlik değerleri çizelge 3.32'de gösterilmiştir.



Şekil 3.16: Soypass'ın zamana bağlı OM in situ yıkılabilirlik düzeyleri

Çizelge 3.31: Soypass'ın inkübasyon saatlerine göre ortalama OM yıkılabilirliği, %

Saat	Soypass OM yıkılabilirliği	
	İnek	Manda
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
4	42,91 $\pm$ 1,41	44,14 $\pm$ 1,15
8	36,99 $\pm$ 1,41	37,49 $\pm$ 1,15
12	30,29 $\pm$ 1,41	32,32 $\pm$ 1,15
16	25,67 $\pm$ 1,41	35,69 $\pm$ 1,15
24	36,03 $\pm$ 1,41	28,01 $\pm$ 1,15

OM: Organik madde, $\bar{x}$: Ortalama değer, $S\bar{x}$: Standart hata

Çizelge 3.32: Soypass'ın HK kinetik yıkılabilirlik değerleri

Soypass	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
HK				
a	59,74	57,10	1,11	0,1104
b	4,09	23,55	6,51	0,06
c	0,28	0,21	0,08	0,55
ED _{0.02}	70,04	73,72	2,99	0,40
ED _{0.05}	64,51	68,35	1,34	0,06
ED _{0.08}	63,15	65,98	1,18	0,11
UF	35,19	27,01	2,79	0,06

3.5. Daisy İnkübatör

Numunelerin Daisy inkübatörde 48 saat inkübasyonundan sonra yapılan NDF analizi ile belirlenen in-vitro yıkılabilirlik sonuçlarına göre Soya küspesi (SK) ve soya flake (SF) yemlerinde inek ve manda türleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir (Sırasıyla P=0,01, P=0,03). Buna karşın Soypass (SP) ve tam yağlı soya (TYS) yemlerinin in-vitro yıkılabilirlik değerleri açısından gruplar arasında anlamlı bir fark

bulunmamıştır (Sırasıyla $P=0,52$, $P=0,89$). Daisy inkübatörde farklı soya ürünlerine ait in-vitro yıkılabilirlik sonuçları çizelge 3.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.33: Daisy inkübatörde farklı soya ürünlerine ait in-vitro gerçek kuru madde yıkılabilirlik sonuçları, %

Yem	Tür			P
	İnek	Manda	Standart hata	Tür
SK	71,28	70,32	0,23	0,01
SP	62,42	61,97	0,48	0,52
TYS	67,76	67,92	0,81	0,89
SF	67,36	69,90	0,79	0,03

SK: Soya küspesi, SP: Soy pass, YYS: Tam yağlı soya, SF: Soya flake

4.TARTIŞMA

4.1. İn Situ

Son yıllarda mandalar gelecek vaat eden bir tür olarak önemi yeniden anlaşılmaya başlanmıştır. Bunun nedeni alternatif bir ekonomik faaliyet ve daha da önemlisi insan tüketimi için başta proteinler, sığira yakın kolesterol içeriği olmak üzere harika bir besin kaynağı olmasıdır. Mandalardan elde edilen ürünlerin çeşitliliği, getirisinin yüksek olması, üreme kapasitesinin ve yaşam gücünün yüksekliği, insanlar ile olan ilişkileri ve adaptasyon yetenekleri bakımından değerlendirildiğinde bu hayvanların yetiştirilmesi tüm insanlık adına yararlı olacaktır.

Nair vd. (2020), yaptıkları çalışmada Hindistan’daki manda ve inek popülasyonunun bugünkü sayıları ve gelecekteki tahmini sayıları belirtilmiştir. Manda ve inekler çok eski zamanlardan beri Kırsal Hindistan’da zenginliğin sembolü olarak bilinmekte olduğu ve bu hayvanların sosyo-ekonomik etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Daha önceden ülkede bulunan veriler 1950’den 2017’ye kadar FAO’dan alınmış ve önümüzdeki on yıllara ait istatistiki tahminler elde edilmiştir. Sığır popülasyonunun

ilginç bir şekilde durağan olması beklendiği ve sırasıyla 2020-21, 2030-31, 2040-41, 2050-51'de 187,661, 188,177, 188,191 ve 188,192 milyon olması beklenmektedir. Manda popülasyonunun ise sırasıyla 2020-21, 2030-31, 2040-41, 2050-51'de 116,663, 127,787, 138,910, 148,921 milyon olacağı tahmin edilmektedir. Bu beklenti mandalardan elde edilen ürünlerin çiftçilerin yüzünü güldürecek gelirler getirmesi ve yemleri değerlendirmesi açısından ineklere göre daha üstün olmasına dayandırılmaktadır.

Mandalar süt inekleri ile etçil sığırlar gibi Bovidae ailesine aittir. Fakat genetik ve farklı karyotiplerde oldukları için anatomik, fizyolojik ve davranışsal farklılıklar gösterirler (Mattapallil ve Ali 1999). İki tür, sindirim sistemi açısından değerlendirildiğinde anatomik ve fizyolojik farklılıklar ilk göze çarpan farklılıklardır. Bunların en önemlileri Bertoni vd. (2020)'nın belirttiği gibi rumen-retikulum ağırlıkları manda ve inekte sırasıyla 7,38kg / 4,96- 5,72 kg dır. Rumen ve retikulum pasaj hızı mandada 40,65 saat inekte ise 33,44 saattir. Gastro-intestinal kanalda ortalama tutma süresi mandada 57,73 saat, inekte 64,55 saattir. Rumen sıvısında uçucu yağ asitleri miktarı mandada 5,3-11,2 mEq/100 ml, inekte ise 4,8-10,4 mEq/100 ml dir. Rumen – reticulum kompleksinin ineklere göre daha büyük olmasından dolayı mandaların yem depolama kapasitesinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Her ne kadar sığırlarda yemin gastro-intestinal kanalda kalma süresi uzun olsa da yani yemin geçiş hızı daha yavaş olsa da mandalarda da rumen-retikulumda kalma süresi uzun olduğu gösterilmiştir. Dolayısıyla rumen-retikulumda kalma süresinin yüksek olması düşük-orta kaliteli kaba yemlerin sindiriminin daha çok sunulan çalışmada TYS'de HP değerleri incelediğinde, b fraksiyonunda mandadan elde edilen sonuçların inekten elde edilen değerden anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Manda ve inekler arasındaki yukarıda izah edilen anatomik ve fizyolojik farklılıklar nedeniyle mandaların rasyonlarda özellikle de düşük-orta kalite yemlerin ürüne dönüştürmede neden daha iyi olduğunu açıklamaktadır.

Sindirim sisteminin anatomisi ve fizyolojisi açısından ruminant hayvanlar arasındaki farklılıklar uzun zamandır bilinmektedir (Clauss vd., 2010). Ayrıca ruminant

hayvanlar arasında evcilleştirilmiş olanların kendi aralarında da farklılıklar görülmektedir. Örneğin koyunlar, sığırlar ve manda “otlayan” geviş getiren hayvanlar olarak; keçi ise tarayıcı tip olarak nitelendirilmiştir. Chanthakhoun vd., (2012), manda ve ineklerin beslenmesinde aynı rasyon kullanılsa bile mandalarda ineklere göre besin sindirilebilirliğinin yüksek olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca yazarlar, aynı rasyon ile beslenen ineklere göre manda rumeninde selüloolitik bakteri miktarının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Iqbal vd. (2018), rumen mikrobiyal popülasyonunun ve mikrobiyal kompozisyonunun, benzer beslenme yönetimi altındaki manda ve Jersey inekleri arasında farklı olduğu sonucuna varmıştır. Chanthakhoun vd. (2012), aynı rasyon ile beslenen manda ve ineklerde KM, NDF ve ADF’nin toplam sindirilebilirliğinin mandalarda daha fazla olduğunu bildirmiştir. Sunulan çalışmada ise SK ve TYS yemlerinde KM toplam sindirilebilirliği için inek ve mandalarda herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir. Fakat SF ve SP yemlerinde KM toplam sindirilebilirliğinde farklılıklar gözlemlenmekle birlikte SP’de %2, SF de %2, %5, %8 teorik pasaj hızlarında farklılıklar gözlemlenmiştir. Franzolin ve Dehotrity (1999)’un bildirdiğine göre in situ yıkılabilirlikte ve kinetik parametrelerde (a, b ve c fraksiyonları) KM, HP ve ADF de herhangi bir fark olmadığı belirtilmiştir. Sunulan çalışmada ise SK’da diğer çalışmadaki gibi herhangi bir fark gözlenmemiş, TYS’nin HP değerlerinin b ve c fraksiyonlarında, HY değerlerinin a ve b fraksiyonlarında, HK değerlerinin c fraksiyonunda farklılık gözlemlenmiştir. SF’nin ise KM ve HP değerlerinin a, b, c fraksiyonları açısından değerlendirildiğinde herhangi bir farklılık olmamasına rağmen HY değerinin a ve b fraksiyonlarında HK’de ise a fraksiyonunda anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. SP’da KM ve HK değerlerinde herhangi bir farklılık gözlemlenmemesine rağmen HP değerinin; a, HY değerinin ise; a, b ve c fraksiyonlarında farklılıklar gözlemlenmiştir. Calabro vd. (2008), farklı yem maddelerinin in vitro total organik madde yıkılabilirliklerinin 120 saat inkübasyondan sonra aynı sıra ile yapıldığını gözlemlemişler, fermentasyon sürecinin ise türler arasında farklı olduğunu, mandalarda bu sürecin erken başladığını belirtmişlerdir. Araştırmada kullanılan tüm yem maddelerinde besin maddesi değerleri zamana bağlı olarak anlamlı bir biçimde değişmiş ve SK dışında, diğer tüm yem hammaddelerinin değerleri açısından türler arasında anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Mcsweeney vd. (1989), aynı rasyon ile

beslenen manda ve ineklerde, mandalarda ineklere göre daha fazla rumen hareketi ve daha uzun geviş getirme süreleri saptamışlardır. NRC (2001)' de belirtildiği üzere, kuru madde alımının pasaj hızını doğrudan etkilediği rapor edilmiştir. Sığır ve mandaların kuru madde alımı ile ilgili bazı karşılaştırmalı çalışmalar olsa da bu çalışmaların sonuçları değişkenlik göstermektedir. (Ichinohe vd., 2004; Lapitan vd., 2008) kuru madde tüketiminin mandalarda sığırlara göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Aksine Paul vd. (2003), ise mandalarda sığırlara nazaran daha düşük kuru madde tüketimi olduğunu bildirmektedirler. Yapılan birçok araştırma göstermiştir ki, farklı kuru madde kaynaklarından oluşan rasyonlar ile beslenen manda ve inekler arasında pasaj hızı farklılıkları gözlemlenebilmektedir. Sunulan çalışmada soya küspesinin pasaj hızları değerlendirildiğinde gruplara göre herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir. Tam yağlı soya'ya ait ham yağ (HY) in situ kinetik yıkılabilirlik değerleri ED 0,02, ED 0,05 ve ED 0,08 açısından incelendiğinde manda ve inek arasında farklılıklar tespit edilmiştir (sırasıyla $P=0,03$, $P=0,001$, $P=0,001$). Tam yağlı soya'nın ham kül in situ kinetik yıkılabilirlik değerleri, ED 0,05 ve ED 0,08 açısından manda ve inek arasında aynı şekilde farklılıklar gözlemlenmiştir (sırasıyla $P=0,0011$, $P=0,0037$). Soya flake'in ham yağ in situ kinetik yıkılabilirlik değerleri ED 0,05 ve ED 0,08'e göre manda ve inek arasında farklılıklar görülmüştür (sırasıyla $P=0,01$, $P=0,0005$). Soypass'ın ise kuru madde in situ kinetik yıkılabilirlik değeri ED 0,02'ye göre ve ham yağ in situ kinetik yıkılabilirlik değeri ED 0,05'e göre manda ve inek arasında farklılıklar görülmüştür (sırasıyla $P=0,03$ ve $P=0,01$).

Chanthakhoun vd. (2012), mandalarda sığırlara göre yüksek ruminal HP sindirimi olduğunu belirtmişleridir. Bu çalışmada ise TYS'da HP değerlerine bakıldığında b fraksiyonun mandada ineğe göre anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu c fraksiyonunun ise aksine ineğin değerinin anlamlı bir şekilde mandaya göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. SF'de ise HP değerleri dikkate alındığında 24 saatlik verilerde inekte HP sindirilebilirliği mandaya göre anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur. Chanthakhoun ve Wanapat (2012)'nin bildirdiği üzere, in vitro inkübasyonundan 96 saatin sonunda manda rumen sıvısındaki NH_3 seviyesi ineklere göre daha düşük bulunmuştur. Thanh (2012), ise üre siklusu açısından mandaların ineklere göre daha etkili olabileceğini öne sürmüştür. Chanthakhoun vd. (2012),

manda ve ineklerde farklı fermentasyon kinetiklerinin olmasının rumen mikrobiotasındaki çeşitlilik ve popülasyon farklılıklarından kaynaklandığı şeklinde açıklanabileceğini öne sürmüştür. Khejornsart vd. (2011), yaptıkları çalışmada, üre takviyesi yapılmış sığır rumeni ile bataklık mandaları karşılaştırılmış ve mandalarda sığırlara kıyasla rumende bakteri çeşitliliğinin fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca Wora-anu vd. (2000)'nin bildirdiği üzere, aynı rasyon ile beslenen manda ve ineklerdeki ruminal proteolitik bakteriler karşılaştırıldığında mandalardaki sayının fazla olduğu bildirilmiştir. Naveed-ul-Haque vd. (2018), sütçü inekler için daha önceden saptanmış olan rasyondaki protein/enerji seviyelerinin etkisinin mandalarda daha keskin bir şekilde etki ettiğini gözlemlemişlerdir. Daha önceki araştırmalarda da belirtildiği gibi bu etkinin nedeninin mandaların azotu daha iyi kullanabilmesi olduğu öne sürülmektedir. Calabro vd. (2008), rumen fermantasyonunun mandalarda ineklere göre daha erken başladığını bildirmektedirler. Ayrıca aynı yazarlar, rumendeki organik maddelerden mikrobiyal biyokütle üretme kapasitesinin mandalarda ineklere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu mikrobiyal biyokütle üretiminin mandalarda yüksek olması da manda rumeninde fermantasyonun erken başlamasından kaynaklandığı şeklinde açıklamaktadırlar. Qiyan vd. (2020), malaklar ve holstein buzağuları arasında karşılaştırmalı olarak yaptıkları çalışmalarında, yem alımı, büyüme performansı ve bazı rumen parametreleri ölçülmüştür. Çalışmada, büyüme performansı ve yem tüketiminde iki tür arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmemiş, fakat mandalarda yemden yararlanma oranı (YYO)'nın holştayn buzağularından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada, malakların holştayn buzağılarına göre daha yüksek bir ruminal bakteriyel popülasyonuna sahip olduğu ve buna bağlı olarak ta kaba yem sindiriminin daha iyi olduğu, dolayısıyla YYO'nun yüksek olduğu bildirilmiştir. Sunulan çalışmada, Qiyan vd. (2020)'nin bulgularına paralel olarak tam yağlı soyanın, 24 saatlik inkubasyonunda, HY sindirimi mandalarda ineklere göre daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, SP'nin 24 saatlik KM sindirilme serecesi mandalarda daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın, SF'nin 24 saatlik in situ inkübasyon süresi sonunda HP sindirilme derecesi ineklerde mandalara göre daha yüksek bulunmuştur.

Daha değişik bir tür olan Yak adı verilen manda ve inek karışımı olan türde Yuzhu Sha vd. (2020)'nin rumendeki mikrobiyal yükün ve enzimlerin inceledikleri bir çalışmada, yak'ların rumeninin lignoselüloz ve selüloz sindirimiyle ilişkili enzimlerden zengin olduğu rapor edilmiştir.

Azmi vd. (2020), yaptıkları çalışmada Malezya'da Murrah ırkı mandaların rasyonlarına bypass yağ eklemişler ve in vitro rumen fermentasyon ile mikrobiyal popülasyon üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 48 saatlik inkübasyondan sonra toplam gaz üretimi, pH, toplam uçucu yağ asidi, metan ve amonyak düzeyleri ile rumendeki toplam bakteri miktarı, toplam protozoa düzeyleri belirlenmiştir. Uçucu yağ asitlerinin ve toplam mikrobiyel popülasyonun rasyona hem %30 konsantre yem hem de bypass yağ ilave edilen grupta, rasyona sadece yağ ilave edilen guruba göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Sunulan çalışmada da bu sonuçları destekler nitelikte veriler elde edilmiştir. SP'nin KM değerleri 24 saatlik inkübasyon sonunda mandalarda ineklere göre daha yüksek sonuç elde edilmiştir. Aynı şekilde %2 efektif yıkılabilirlik (ED 0.02) değerleri olarak mandalarda %90,62 ineklerde ise %78,97 verileri alınmıştır. Azmi vd. (2020), çalışmalarında sonuç olarak rasyonda konsantre yem ve bypass yağ takviyesinin besin maddelerinin sindirimini iyileştirdiği, bu durumu uçucu yağ asitleri konsantrasyonunu arttırmak, toplam mikrobiyal popülasyonu değiştirmek suretiyle gerçekleştirdiği belirtilmiştir. Çalışmamızdaki benzer sonuçlar bu görüşü desteklemektedir SP'nin hem konsantre yem niteliğinde olması hem de rumen korumalı olması benzer sonuçları elde edildiğini açıklar niteliktedir.

Rostini (2020)'nin yaptığı çalışmada, manda rumen içeriğinde bulunan bakterilerin farklı oranlardaki ilavelerinin keçilerin büyüme hızları ve kan fizyolojisi parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir. Aynı yaştaki keçilere farklı oranlardaki manda rumen içeriği emdirilmiş yemler verilmiştir. Verilen rumen bakteri miktarları arttıkça kontrol grubuna kıyasla, deneme gruplarında sırasıyla %25, %50, %75 oranlarında daha yüksek büyüme oranı elde edilmiş, kan fizyolojisi üzerine olumlu etkiler sağlamıştır. Bu sonuç mandaların rumen sıvısı içeriğindeki bakterilerin diğer çiftlik hayvanlarında da etkinliğini gösterebildiği, sunulan çalışmada da mandaların

farklı soya ürünlerini ineklere nazaran daha iyi değerlendirmesi açısından bakıldığında çalışmaların birbirini desteklediği sonucuna varılabilir.

Neumann vd. (2020), yaptıkları çalışmada, farklı işlemlere (termal, kimyasal, tanenler veya saponinler) tabi tutulan soya fasulyesi küspesinin in situ kuru madde ve ham protein sindirilebilirliği değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan soya ürünleri olarak, geleneksel soya küspesi, expeller küspesi, lignosülfonat ile muamele edilmiş soya küspesi, yoğunlaştırılmış tanenle işlenmiş soya küspesi, hidrolize edilebilir tanenle işlenmiş soya küspesi ve Yucca schidigera özütü ile işlenmiş soya küspesi kullanılmıştır. Soya ürünleri 2 adet fistüle edilmiş sığır rumeninde farklı saatlerde inkübe edilmiştir. Çalışmada, Expeller soya fasülyesi, ham proteinin (%10,1) en düşük "a" (çözünür) fraksiyonuna sahip olduğu ve bunu Lignosülfat ile muamele edilmiş soya küspesi ve yoğunlaştırılmış tanen ile işlenmiş soya küspesi izlediği gösterilmiştir. Expeller soya fasülyesi ve lignosülfat ile muamele edilmiş soya küspesi, ham proteinin en yüksek rumende parçalanamayan fraksiyonunu (sırasıyla %57,35 ve 51,62) sağlamıştır. Bu çalışmada rumen protein yıkılımını azaltmak için en etkili yöntemlerin Expeller, lignosülfat muamelesi ve konsantre tanen ile muamele olduğu gösterilmiştir. Sunulan çalışmada da benzer nitelikte sonuçlar alınmıştır. Özellikle mandada soypass numunesinin protein sindirilebilirliğinde proteinin a fraksiyonlarının ineğe nazaran düşük olduğu (12,45 ve 16,17; P <0,05) görülmektedir. Soya küspesine yapılan muamelelerin protein sindirilebilirliğinde rumen korumasının (by-pass) mandalarda ineklere göre daha etkin olduğu söylenilebilir.

Millam vd. (2020), antiloplar üzerinde soya küspesinin kuru madde tüketimini ve tüketilen rasyonun sindirilebilirliği üzerine etkisini inceleyen bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada sırasıyla %0,00, %5,00, %7,50, %10,00 ve %12,50 yüzdelerinde rasyona soya küspesi katılmıştır. Çalışma 21 gün boyunca sürdürülmüştür. Sonuçlara göre %7,50 oranında rasyona katılan soya küspesinin KM tüketimini ve rasyonun içeriğindeki diğer yemlerin sindirilebilirliğini önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir. Soya fasulyesi ve yan ürünlerinin diğer ruminantların da beslenmesinde önemli bir yer tuttuğu bu çalışma ile tekrar gösterilmiştir.

Berenti vd. (2020)'nin yaptıkları çalışmada 50 adet süt buzağısının başlangıç rasyonlarında soya küspesi yerine tam yağlı soya (ekstrüde) kullanılmıştır. Çalışmada, süten kesilme öncesi ve sonrası besin maddesi sindirilebilirliği, kan metabolitleri ve büyüme performansları ölçülmüştür. Soya küspesi %0, 25, 50, 75, 100 % (kuru madde bazında) ekstrüde soya ile değiştirilerek gruplar oluşturulmuştur. Araştırmada buzağılara doğumdan sonra ilk üç gün kolostrum verilmiş, süten kesilinceye kadar tam yağlı süt verilmeye devam edilmiştir. Çalışma sırasında hayvanların başlangıç yemine ve taze suya serbest olarak erişimleri sağlanmıştır. Soya küspesinin ekstrüde edilmesi elektroforetik protein boyutunu düşürdüğü ve protein a fraksiyonunu arttırdığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada, rasyonda ekstrüde soya küspesi düzeyi arttıkça buzağılarda 14. haftada kuru madde ve ham protein sindirilebilirliği ile kan şekeri ve BHBA düzeyleri doğrusal olarak arttığı gösterilmiştir. Sunulan çalışmada da soya küspesinin farklı işlemlerden geçmiş ürünleri kullanılmıştır. Bu durum soya ürünlerinde protein fraksiyonlarının miktarını değiştirmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, soya küspesinin manda ve ineklerden elde edilen sonuçları arasında herhangi bir farklılık olmamasına rağmen işlem gören diğer ürünlerde protein yıkılabilirlikleri açısından anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir.

Brown ve Bradford (2019)'in yaptıkları bir çalışmada, laktasyondaki Holştayn inekleri kullanılmıştır. İnekler, soya fasulyesi küspesi, yüksek proteinli mısır ürünü (%56 HP), bypass soya proteini içeren soya fasulyesi küspesi ve bypass soya proteini içeren kanola unu içeren dört farklı rasyon ile beslenmişlerdir. Bypass soya proteini içeren soya fasulyesi küspesi ve bypass soya proteini içeren kanola unu, soya fasulyesi küspesi'ne kıyasla verimi artırdığı gösterilmiştir. Yüksek proteinli mısır ürünü içeren rasyonun, ham protein sindirilebilirliğinin düşük olması nedeniyle süt ve süt bileşenlerinin verimini düşürmüştüğü belirtilmiştir. Bu sonuçlar ile çalışmamızda da kullanılan Soyypass'ın protein "a" fraksiyonunun manda ve inekte sırasıyla (12.45, 16.17), soya flake'in (20.45, 24.64) olarak bulunan sonuçların, soya küspesinin manda ve inekteki sonuçlarına (28.38, 31.30) göre a fraksiyonlarının daha düşük çıkması araştırmacıların sonuçlarını doğrular niteliktedir. Yani proteinli yemlerdeki proteinin by-pass'lık oranı arttıkça rumende yıkılan protein oranı

azalmaktadır. Chamadia vd. (2020), soya fasülyesi küspesine %1 lik tanen muamelesi ile by-pass özelliği sağlayıp rumende protein sindirilebilirliğini azalttığına ilişkin bulguları çalışmamızda elde edilen by-passlık sonuçlarını destekler niteliktedir.

Mendowski vd. (2020), yaptıkları bir çalışmada, süt inekleri rasyonlarında soya küspesi yerine, başka ham ya da işlenmiş baklagilleri kullanılmasının azot metabolizması ve süt performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada bakla, acı bakla ve bezelye kullanılmıştır. Soya küspesi yerine başka baklagillerinin kullanılması rumende daha yüksek azot parçalanmasına yol açmış (ortalama +16 g / 100 g, $P < 0.005$), ancak bu tohumların işlenmesi, ham haline kıyasla azotun parçalanmasında azalmaya yol açmıştır (-13 g / 100 g ortalama). Süt inekleri rasyonlarında soya küspesinin çiğ bakla, acı bakla veya bezelye ile değiştirilmesi rumen sıvısında NH_3 artışına (+20 mg / L, $P < 0.040$) ve süt protein içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Ancak, bu tohumlar işlendiğinde süt yağı içeriği azalmıştır. Bu nicel inceleme, bazı değişkenler için (özellikle bezelye için) sınırlı miktarda mevcut veriye rağmen, bazı genel eğilimlerin vurgulanmasına izin vermiştir. Dahası, tohumların işlenmesi değişkendir (farklı işlemlerin, basınçların ve sıcaklıkların kullanılması) ve süt ineklerinin yemleme uygulamaları çeşitlidir (örneğin ana yem olarak mısır silajı veya ot silajı, yem: konsantre oranı 84:16 ila 40:60 arasında değişir). Bu çalışmada da gösterildiği gibi rasyonlarda soya ürünleri ve soyaya ikame olarak protein kaynaklarının mandalarda ve ineklerde kullanılması hala karanlıkta kalan birçok noktanın olduğunu ve bu yüzden daha fazla araştırılması gereken bir konu olduğunu göstermektedir.

4. 2. İn Vitro

Çalışmanın ikinci kısmını oluşturan in-vitro (Daisy inkubator) yöntemiyle farklı soya ürünlerinin inek ve mandalarda karşılaştırmalı olarak yıkılabilirlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Son yıllarda sıkça kullanılmaya başlanan Daisy inkübatör yöntemi in-vitro metotlar arasında diğer in-situ ve in-vitro metotlar ile karşılaştırıldığında oldukça doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Tagliapietra vd. (2012) de yaptıkları çalışmada rumen fistüllü olan ineklerde yaptıkları iki farklı in situ (naylon kese ve sentetik filtre keseleri) çalışma ile aynı hayvanlardan alınan rumen sıvıları ile yapılan iki farklı in vitro (konvansiyonel şişeler ve daisy inkübatör) çalışması sonucu elde edilen yıkılabilirlik sonuçları karşılaştırılmıştır. Daisy inkübatörü kullanılan bölümde daha fazla numune çalışılabilmesi ve manüplasyonların daha basit olması nedeniyle çalışmanın daha rahat yürütüldüğü belirtilmiştir. İn situ ve in vitro çalışmalar karşılaştırıldığında 48 saatlik inkubasyon sonucunda elde edilen verilerin kendi aralarında uyumlu olduğu gösterilmiştir. Sunulan çalışmada soya küspesinin daisy inkübatörde yapılan IVGS sonuçları ile Tagliapietra vd. (2012), soya küspesinde aldıkları sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür (sırasıyla 71,28, 70,32).

Calabro vd. (2008), yaptıkları çalışmada manda ve sığırlardan alınan rumen sıvıları ile rasyonlarda yaygın olarak kullanılan içlerinde soya fasulyesi yan ürünlerinin de bulunduğu yem kaynaklarının in vitro gaz tekniği kullanılarak rumen fermentasyonu ve parçalanabilirliğini araştırılmıştır. Çalışmada 120 saat inkubasyon süreci sağlanmıştır. Elde edilen sonuçların manda ve inek arasındaki farklılıkları her türün kendilerine özgü farklı bakteri, protozoaların oluşturduğu mikrobiyal bir popülasyona sahip olmasından kaynaklandığı belirtilmiş olup sunulan çalışmada da soya küspesi manda ve inekte sırasıyla 70,32, 71,28 ($p=0,01$) ve soya flake'in manda ve inekte sırasıyla 69,90, 67,36 ($p=0,03$) 48 saatlik inkübasyondan sonra elde edilen IVGS sonuçlarının farklılığını destekler nitelikte olmuştur.

Wang vd. (2020) zorlu çevre koşullarına ve düşük kaliteli kaba yemlere iyi adapte olmuş Tibet koyunlarından alınan rumen içeriği ve daha çok ova koyunu olarak nitelendirilen küçük kuyruklu han koyunlarından aldıkları rumen içeriğini belli oranlarda karıştırarak oluşturdukları rumen içeriği kullanarak kuru maddenin NDF ve ADF sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Araştırmacıların yaptıkları çalışmada kullandıkları rumen içeriğinin tibet koyunlarından alınan oranı arttıkça (12, 24, 48, 72.) test edilen saatlerin hemen hemen hepsinde kuru maddenin NDF ve ADF yıkılabilirliklerinin arttığı gösterilmiştir. Sunulan çalışmada kullanılan mandalarda

tibet koyunları gibi zor şartlara iyi adapte olmuş, kalitesiz yemleri iyi sindirilebilen hayvanlar olarak bilinmektedir. Elde edilen sonuçlar da bu düşüncüyü desteklemektedir. Soya flake ürününde mandalarda IVGS 69,90 iken ineklerde 67,36 olarak bulunmuştur, buna karşın soya küspesinde tam tersi olarak ineklerdeki IVGS değeri (71,28), mandalardan (70,32) daha yüksek bulunmuştur ve türler arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. Soy pass ve tam yağlı soyada türler arasında farklılık bulunmamıştır.

Iqbal vd. (2018), yaptıkları çalışmada benzer beslenme koşulları altında manda ve jersey inekleri arasındaki rumen fermantasyonu ve mikrobiyal farklılıkları karşılaştırmıştır. Benzer vücut ağırlıklarına sahip manda ve inekler aynı rasyon ile beslenip 30 gün sonunda rumen sıvısı alınmış ve ölçümler yapılmıştır. Mandalarda toplam uçucu yağ asitleri, asetat ve propiyonat konsantrasyonlarının ineklere göre anlamlı bir şekilde yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca mandalarda ruminal bakteri, protozoa, mantar popülasyonlarında ineklere göre anlamlı bir biçimde yüksek olduğu gösterilmiştir. Daha önceden bahsedilen Calabro vd. (2008), çalışmasına paralel çıkan sonuçlarda bu çalışmaya ek olarak iki tür arasında sadece rumen mikrobiyal popülasyonun değil aynı zamanda mikrobiyal popülasyonun kompozisyonunun da farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Daha yüksek bakteri, protozoa ve mantar popülasyonları varlığının mandalardaki hem kaba yemlerin hem de by-pass protein oranı daha yüksek olan konsantre yemlerin sindirilmesindeki üstünlüklerinin nedenini ortaya koymaktadır.

Kılıç ve Güleçyüz (2017), soya ve buğday samanı peletlerinin bazı katkı maddeleri ile muamele edilmesi sonucu IVGS 24 saat değerlerindeki değişimleri incelemişlerdir. Soya fasülyesi samanına guar fasülyesi küspesi eklendiğinde sadece soya samanı olan kontrol grubundaki IVGS değerine göre artış gösterdiği belirtilmiştir. Alınan değerler kontrol grubunda %50,51 iken %64,50 değerine yükselmiştir. Sunulan çalışmada ise soya küspesinin değerinin inekte %71,28 olması, soyanın işlenmiş olan ürünlerinin in vitro sindirilebilirlik değerlerini yükselttiği teorisini desteklemektedir.

İn vitro yıkılabilirlik yöntemlerinden birisi olan enzimatik yöntem ile tam yağlı soya fasülyesinin kuru madde ve ham protein yıkılabilirlikleri araştırılmıştır (Erdaw vd.,

2016). Kuru ve buharlı ısıtmaya çeşitli sürelerde tabi tutulan tam yağlı soyanın fizikokimyasal özellikleri, besin bileşimleri ve in vitro gerçek sindirilebilirlik değerleri incelendiğinde KM %91,91'den %96,87'ye, HP ise %41,86'dan %46,29'a çıktığı belirtilmiştir. Ayrıca fitaz + proteaz enziminin 15 dk boyunca muamelesi sonucu 0,72 olan IVGKMS değeri 0,90 seviyelerine ulaştığı, IVGHPS değerlerinin ise 60 dk fitaz + proteaz enzimi muamelesi ile 0,51'den 0,69 'a çıktığı gözlemlenmiştir. Sunulan çalışmada da soya ürünlerinin IVGS değerleri %90'un üzerinde bulunmuştur.

Süt ineklerinin beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılan soya ve soya ürünlerinin yerine tarım endüstrisinden elde edilen çok sayıda yan ürünlerin kullanılması yönünde yapılan araştırmada in vitro gaz tekniği ile kullanılması planlanan diğer ürünler ile halihazırda kullanılan soya küspesinin değerleri karşılaştırılmıştır (Franco vd., 2017). Silaj ve arpaya dayalı rasyonda in vitro yıkılabilirlik değerleri soya küspesi için NDF ve OM sırasıyla 790g/kg ve 856g/kg olarak gösterilmiştir (Franco vd., 2017). Sunulan çalışmada da soya ürünlerinin IVGKMS değeri benzer şekilde %67,36- 71,28 aralığında bulunmuştur.

Jersey ırkı ineklerde ayçiçeği küspesi ve soya küspesinin rumen yıkımlanabilirliği ve bağırsaktaki sindirim oranlarının karşılaştırılması yapılmıştır (Nedelkov, 2019). Rumen yıkımlanabilirliği için naylon kese yöntemi, bağırsak sindirilebilirliği için ise T-type duodenum kanülü kullanılmıştır. Rumendeki KM yıkımlanabilirliği soya küspesi için a, b, c sırasıyla 29,2, 71,6 ve 0,068 olarak gösterilmiş, sunulan çalışmadaki sonuçlar ise inekte sırasıyla 40,22, 54,85 ve 0,09 olarak hesaplanmıştır. Rumendeki HP yıkımlanabilirliği soya küspesi için a, b sırasıyla 16,50 ve 85,3 olarak gösterilmiş, sunulan çalışmada ise inekte sırasıyla 31,30 ve 91,76 olarak hesaplanmıştır. Duodenum kanülü ile yapılan bağırsak sindirim denemeleri sonuçlarında ise KM bağırsak sindirilebilirliği 71,9 ve HP ise 94,6 olarak gösterilmiştir. Sunulan çalışmada ise Daisy inkubatör ile yapılan in vitro denemelerde inekte soya küspesinin IVGKMS değeri %71,28, mandada %70,32 olarak bulunmuştur. Prassetiyono vd. (2018), doğal tanen kaynakları ile muamele edilen soya küspesinin rumen yıkımlanabilirliğini Tilley ve Terry (1963) yöntemine göre keçilerden aldıkları rumen sıvısı ile araştırmışlardır. Tanen muamelesi

yapılmamış soya küspesinin IVDMD ve IVOMD değerleri tanen muamelesi yapılmış olan denemelere göre düşük çıkmıştır. IVDMD değeri 77,0'den 85,10'a IVOMD değeri 75,70'den 83,40'a yükselmiştir. Sunulan çalışmada ise hem inekte hemde mandada soya küspesinin IVGKMS değeri daha yüksek olarak bulunmuştur.

Diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile sunulan çalışmadaki sonuçlar arasındaki farklılıkların nedenleri Kamalak vd. (2005), belirtildiği gibi numune hazırlama ve işlemede kullanılan yöntemler, in situ inkübasyonda kullanılan keselerin gözenek büyüklüğü ve Qrskov vd. (1983), belirttiği gibi deneylerde kullanılan hayvan türleri olabilir.



5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, in-situ denemelerinde HY yıkılabilirlik değerleri çalışmada kullanılan soya ürünleri arasında en yüksek ham yağ oranına sahip olan Tam yağlı soyanın yıkılabilirlik değerleri açısından tüm inkubasyon saatleri dikkate alındığında mandalarda ineklere göre daha yüksek değerler vermiştir. Bu sonuç mandaların yağ oranı yüksek olan konsantre yem hammaddelerini ineklere göre daha iyi değerlendirebildiğini göstermektedir. Aynı zamanda ham yağ oranı tam yağlı soyaya en yakın hammadde olan soya flake'in 4., 8., 12., 16., saatlerde ineklerde HY

yıkılabilirlik değerleri açısından mandalara göre daha yüksek olduğu 24. saatte ise mandalardan elde edilen değerin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuç ısıtma işlemi gören soya flake ürününün başlangıç saatlerinde ineklerde HY sindiriminin daha yüksek olabileceği düşüncesini desteklemektedir. Bununla beraber çalışmada kullanılan soya ürünleri arasında HK değeri en yüksek olan Soya küspesinde 24 saatlik inkubasyon sonrasında mandalarda HK sindirilebilirliğinin ineklere göre daha yüksek oranda tespit edilmesi de organik madde oranı düşük hammaddelerin değerlendirilme oranı açısından da mandaların ineklere göre daha üstün olduğunu akla getirmektedir.

Rumen kanüllü farklı tür hayvanlar kullanılarak yapılan in-situ ve bu hayvanların rumen sıvılarının kullanıldığı in-vitro daisy inkubator yöntemlerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması için rumene bırakılan naylon keselerde kullanılan yem numune miktarlarının bu metod için belirlenen standartların üst limitinde kullanılması, daha çok tekrar yapılması, inkubasyon sürelerinin 24 saatten daha uzun sürelerle yapılması konu hakkında daha aydınlatıcı olabileceği kanaatine varılmıştır.

6.KAYNAKLAR

- AAFCO. 1997. (1997) Official Publication. s: 266. AAFCO, Atlanta, GA.
- Aafjes, J.H., Nijhof, J.K. (1967). A simple artificial rumen giving good production of volatile fatty acids. *Br. Vet. J.*, 123, 436–446.
- Abad, R., Ibáñez, M.A., Carabaño, R., García, J. (2013). Quantification of soluble fibre in feedstuffs for rabbits and evaluation of the interference between the determinations of soluble fibre and intestinal mucin. *Anim. Feed Sci. Technol.* 182, 61–70.
- Adesogan, A.T. What are feeds worth? A critical evaluation of selected nutritive value methods. *In Proceedings of the 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, USA, 11–12 January 2002; pp. 33–47.

- Adesogan, A.T., Givens, D.I., Owen, E. (1998) Prediction of the in vivo digestibility of whole crop wheat from in vitro digestibility, chemical composition, in situ rumen degradability, in vitro gas production and near infrared reflectance spectroscopy. *Anim. Feed Sci. Technol.* 74, 259–272.
- Aitchison, T. E., Mertens, D. R., McGilliard A. D., Jacobson. N. L. (1976). Effect of nitrogen solubility on nitrogen utilization in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59:2056– 2062.
- Akhter, S.; Owen, E., Theodorou, M.K., Butler, E.A., Minson, D.J. (1999). Bovine faeces as a source of micro-organisms for the in vitro digestibility assay of forages. *Grass Forage Sci.* 54, 219–226.
- Akinsola, M.P. (2013). Development of an In Vitro Technique to Determine Digestibility of High Fiber Pig Feed. *Ph.D. Thesis*, Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa.
- Alba, H.D.R.; Oliveira, R.L., de Carvalho, S.T., Ítavo, L.C.V., Ribeiro, O.L., do Nascimento Júnior, N.G., Freitas, M.D., Bezerra, L.R. (2018). Can ruminal inoculum from slaughtered cattle replace inoculum from cannulated cattle for feed evaluation research. *Semin. Ciênc. Agrár.* 39, 2133–2144.
- Alende, M.; Lascano, G.J., Jenkins, T.C., Koch Pas, L.E., Andrae, J.G. (2018). Comparison of 4 methods for determining in vitro ruminal digestibility of annual ryegrass. *Prof. Anim. Sci.* 34, 306–309.
- AmiPig. (2000). Ileal standardised digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs. *Aventis Animal Nutrition*.
- Andrighetto, I., Bailoni, L., Cozzi, G., Tolosa, H.F., Hartman, B., Hinds, M., Sapienza, D., (1993). Observations on in situ degradation of forage cell components in alfalfa and Italian ryegrass. *Journal of Dairy Science*, 76: 2624–2631
- Ankom Technology, (2009). *In vitro* True Digestibility Using the Daisy II Incubator. <http://www.ankom.com>
- Annison, E. F. (1956). Nitrogen metabolism in the sheep. Protein digestion in the rumen. *Biochem. J.* 64:705– 714.
- Anonim, 2012. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/1437/GDO-Resmi-Kontrol>
- Anonim, 2017a. <http://promargida.com.tr/urunlerimiz.html>
- Anonim, 2017b. <http://promartarim.com.tr/urunler/tam-yagli-soya.html>
- Anonim, 2017c. <http://promartarim.com.tr/urunler/tam-yagli-soya.html>
- Anonymous. 1995a. Acid detergent and neutral detergent fiber using ANKOM's fiber analyzer F200. *Ankom Technology Corporation*, Fairport, NY.
- Anonymous. 1995b. In vitro true digestibility using ANKOM's DAISYII. *Ankom Technology Corporation*, Fairport, NY.
- Aquino, D.L., Botas, J.S., (2007). Evaluation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) in predicting the nutrient utilization and milk production of buffaloes. *Italian Journal of Animal Science*, 6, 465–468
- Argyle, J. L., Baldwin R. L., (1989). Effects of amino acids and peptides on rumen microbial growth yields. *J. Dairy Sci.* 72:2017– 2027.

- Arioğlu, H., Bakal, H., & Güllüoğlu, L. (2012). Tohumluk soya üretiminde hasat öncesi yağın yağmurların, tohum kalitesi üzerine etkileri, *Çukurova üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2):29-36.
- Arif, M., Al-Sagheer, A.A., Salem, A.Z.M., El-Hack, M.E.A., Swelum, A.A., Saeed, M., Jamal, M. and Akhtar, M., (2019). Influence of exogenous fibrolytic enzymes on milk production efficiency and nutrient utilization in early lactating buffaloes fed diets with two proportions of oat silage to concentrate ratios. *Livestock Science*, B) 65, 63–93.
- Ayangbile, O.A., Meier, J.C., Vogel, M.K., Robertson, J., McElroy, A.R., Komarek, A.R. (1995). Cryogenically protected and fresh rumen inoculum for digestibility study. *In Proceedings of the 23rd Biennial Conference on Rumen Function*, Chicago, IL, USA, 14–16 November 1995.
- Azmi, A. F. M., Hafandi, A., Goh, Y. M., Saad, M. Z., Zuki, A. M., Norafizah, A. R., Hassim, H. A. (2020). Effect Of Dietary Concentrate And Bypass Fat Supplements On In Vitro Rumen Fermentation, Digestibility And Rumen Microbial Population In Buffaloes. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-47834/v1>
- Bayer, R., Yılmaz, M., (2004). Türkiye'de soya fasulyesi ve önemi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, ISSN: 1303-5134.
- Becker, W. (1978). Solvent extraction of soybeans *Journal of the American Oil Chemists' Society* Volume 56 Issue 5 Society pages: 590-590
- Beckers, Y., The'wis A., B. Madoux. (1996). Intestinal digestibility of rumen undegraded N of concentrates measured by the mobile nylon bag technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 61:305– 323.
- Beever, D. E., Losada H. R., Gale D. L., Spooner M. C., Dhanoa M. S. (1987). The use of monensin or formaldehyde to control the digestion of nitrogenous constituents of perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Melle) and white clover (*Trifolium repens* cv. Blanca) in the rumen of cattle. *Br. J. Nutr.* 57:57– 67.
- Beever, D. E., Thomson D. J., Cammell. S. B. (1976). The digestion of frozen and dried grass by sheep. *J. Agric. Sci., Camb.* 86:443– 452.
- Bendall, J. R. (1964). Meat proteins. Symposium on Foods: Proteins and Their Reactions. H. W. Schultz (ed.). Page 225 *AVI Publication Co., Inc.*, Westport, CT.
- Bender, R.W., Cook, D.E., Combs, D.K. (2016). Comparison of in situ versus in vitro methods of fiber digestion at 120 and 288 h to quantify the indigestible neutral detergent fiber fraction of corn silage samples. *J. Dairy Sci.* 99, 5394–5400.
- Berenti, A.M., Yari, M., Khalaji, S., Hedayati, M., Yu, P. (2020). Effect of extrusion of soybean meal on feed spectroscopic molecular structures and on performance, blood metabolites and nutrient digestibility of Holstein dairy calves <https://www.ajas.info/articles/archive.php> <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0899>
- Bertoni, A., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Sabia, E., Álvarez-Macías, A., Mora-Medina, P., Guerrero-Legarreta, I. (2020). Similarities and differences between river buffaloes and cattle: health, physiological, behavioural and productivity aspects. *J Buffalo Sci*, 9, 92-109.
- Beyihayo, G.A.; Omara, R.; Namazzi, C.; Atuhaire, A. (2015) Comparison of in vitro digestibility using slaughtered and fistulated cattle as sources of inoculum. *Uganda J. Agric. Sci.* 16, 93–98.

- Blethen, D. B., J. E. Wohlt, D. K. Jasaitis, and J. L. Evans. (1990). Feed protein fractions: relationship to nitrogen solubility and degradability. *J. Dairy Sci.* 73:1544– 1551.
- Boehme, W. R. (1982). Protein products of the rendering industry. *CRC Handbook of Processing and Utilization in Agriculture*. Vol 1. Animal Products. 173 I. A. Wolff (ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.
- Boila, R. J., Ingalls, J. R. (1994). The post-ruminal digestion of dry matter, nitrogen and amino acids in wheat-based distillers dried grains and canola meal. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 49:173– 188.
- Boila, R.J., J. R. Ingalls. (1995). Prediction of rumen undegradable amino acids that are digested post-rationally. *Can. J. Anim. Sci.* 75: 583– 592.
- Breazile J. E. (1971). The Ruminant Stomach. “*Textbook of Veterinary Physiology*”. 385-394 Lea-Febiger, Philadelphia, USA.
- Broderick GA, Wallace RJ, Ørskov ER (1991): Control of rate and extent of protein degradation. Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants, 541–592 *Academic Press*, Boston, MA.
- Broderick, G. A. 1998. Can cell-free enzymes replace rumen microorganisms to model energy and protein supply. in *In vitro Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants*. *British Society of Animal Sciences*, Occasional Publication No. 22 99-114 Edinburgh.
- Broderick, G. A., R. J. Wallace. (1988). Effects of dietary nitrogen source on concentrations of ammonia, free amino acids and fluorescamine-reactive peptides in the sheep rumen. *J. Anim. Sci.*, 66: 2233– 2238.
- Brons, E., Plaizier, J.C. (2005). Comparisons of methods for in vitro dry matter digestibility of ruminant feeds. *Can.J. Anim. Sci.* 85, 243–245.
- Broderick, G.A. (1978) In vitro procedures for estimating rate of ruminal degradation and proportions of protein escaping the rumen undegraded. *J. Nutr.*, 108: 181-190.
- Brown, W. E., Bradford, B.J. (2020). Effects of a high-protein corn product compared with soy and canola protein sources on nutrient digestibility and production responses in mid-lactation dairy cows <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17939>
- Burroughs, W.A., A.H. Trenkle, Vetter R.L. (1974). A system of protein evaluation for cattle and sheep involving metabolizable protein (amino acids) and urea fermentation potential of feedstuffs. *Vet Med. Small Anim. Clin.* 69:713– 722.
- Calabrò, S., Moniello, G., Piccolo, V., Bovera, F., Infascelli, F., Tudisco, R., Cutrignelli, M.I. (2008). Rumen fermentation and degradability in buffalo and cattle using the in vitro gas production technique. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 92, 356–362 (Wiley/Blackwell (10.1111))
- Calabrò, S., Piccolo, V., Infascelli, F. (2003). Evaluation of diet for buffalo dairy cows using the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16, 1475–1481
- Calsamiglia, S., Stern M. D. (1995). A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:1459– 1465.
- Candellone, A., Prola, L., Peiretti, P.G., Tassone, S., Longato, E., Pattono, D., Russo, N., Meineri, G. (2019) In vivo and in vitro digestibility, palatability and nutritive quality of extruded dog food based on mechanically separated chicken meat or meat by-product. *Ital. J. Anim. Sci.* 18 (Suppl. 1):109.

- Carro, M.D., Ranilla, M.J., Martin-García, A.I., Molina-Alcaide, E. (2009). Comparison of microbial fermentation of high and low-forage diets in Rusitec, single-flow continuous-culture fermenters and sheep rumen. *Animal* 3, 527–534.
- Casper, D.R., Schingoethe D.J., Brouk M.J., Maiga H.A. (1994). Nonstructural carbohydrate and undegradable protein sources in the diet: growth response of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 77:2595.
- Chamadia, B., Grewal, R. S., Lamba, J. S., Kaur, J., Kashyap, N. (2020). Effect of varying levels of tannins treatment on in vitro degradability of soybean meal. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 9(7): 3991-4000.
- Chandler, P.T. (1989). Achievement of optimum amino acid balance possible. *Feedstuffs* 61 (26):24.
- Chanthakhoun, V., Wanapat, M., (2012). The in vitro gas production and ruminal fermentation of various feeds using rumen liquor from swamp buffalo and cattle. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7, 54–60
- Chanthakhoun, V., Wanapat, M., Kongmun, P. and Cherdthong, A., (2012). Comparison of ruminal fermentation characteristics and microbial population in swamp buffalo and cattle. *Livestock Science*, 143, 172–176 (Elsevier)
- Chen, G., Russell J. B. (1988). Fermentation of peptides and amino acids by a monensin-sensitive ruminal peptostreptococcus. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:2742– 2749.
- Chen, G., Russell J. B. (1989). More monensin-sensitive, ammonia- producing bacteria from the rumen. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:1052– 1057.
- Chen, G., Sniffen C. J., Russell J. B. (1987). Concentration and estimated flow of peptides from the rumen of dairy cattle: Effects of protein solubility and feeding frequency. *J. Dairy Sci.* 70:983– 992
- Cherney, D. J. R., Volenec J. J., Cherney J. H. (1992). Protein solubility and degradation in vitro as influenced by buffer and maturity of alfalfa. *Anim. Feed Sci. Technol.* 37:9–20.
- Chiaravalli, M., Rapetti, L., Rota Graziosi, A., Galassi, G., Crovetto, G.M., Colombini, S. (2019). Comparison of faecal versus rumen inocula for the estimation of NDF digestibility. *Animals*: 9, 928.
- Chikunya, S., Newbold C. J., Rode L., Chen X. B., Wallace R. J. (1996). The influence of non protein nitrogen, preformed amino acids and protein on microbial activity in the rumen of sheep receiving diets containing rapidly and slowly degraded fiber sources. *Anim. Feed Sci. Technol.* 63:333– 340
- Clark, J. H., Klusmeyer T. H., Cameron M. R. (1992). Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:2304– 2323.
- Clauss, M., Hume, I.D., Hummel, J., (2010). Evolutionary adaptations of ruminants and their potential relevance for modern production systems. *Animal*, 4: 979–992
- Cleale, R. M., Klopfenstein T. J., Britton R. A., Satterlee L. D., Lowry S. R. (1987). Induced non-enzymatic browning of soybean meal. III. Digestibility and efficiency of protein utilization by ruminants of soybean meal treated with xylose or glucose. *J. Anim. Sci.* 65:1327– 1335.
- Coblentz, W., Akins, M. (2019). Comparisons of fiber digestibility for triticale forages at two different sample sizes using the Ankom Daisy Incubator II System. *In Proceedings of the ADSA Annual Meeting*, Cincinnati, OH, USA, Abstract T69.

- Coblentz, W.K., Akins, M.S., Ogden, R.K., Bauman, L.M., Stammer, A.J. (2019). Effects of sample size on neutral detergent fiber digestibility of triticale forages using the Ankom Daisy^{II} Incubator system. *J. Dairy Sci.* 102: 6987–6999.
- Cohen, M.A., Maslanka, H.E., Kung, L. (1997). An evaluation of automated and manual in vitro methods for estimation of NDF digestion. In *Proceedings of the Conference on Rumen Physiology*, Chicago, IL, USA, 11–13 November 1997.
- Coles, L.T., Moughan, P.J., Darragh, A.J. (2005). In vitro digestion and fermentation methods including gas production techniques, as applied to nutritive evaluation of foods in the hindgut of humans and other simple-stomached animals. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123–124, 421–444.
- Combs D., Shaver R., Howard T. (1991). Relating protein to production. *Feed Int.*, July: 42–46.
- Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Bachmann, H. (2002). Influence of inoculum source on gas production profiles. *Anim. Feed Sci. Technol.* 99: 221–231.
- Cooper, P. B., Ling J. R. (1985). The uptake of peptides and amino acids by rumen bacteria. *Proc. Nutr. Soc.* 44:144A.
- Cotta, M. A., Hespell R. B. (1984). Protein and amino acid metabolism of rumen bacteria. Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. *Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ*. 122–136
- Cotta, M. A., Russell J. B. (1982). Effect of peptides and amino acids on efficiency of rumen bacterial protein synthesis in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 65:226– 234.
- Crawford, R. J., Hoover W. H., Sniffen C. J., Crooker B. A. (1978). Degradation of feedstuff nitrogen in the rumen vs nitrogen solubility in three solvents. *J. Anim. Sci.* 46:1768–1775.
- Crish, E. M., Wohlt J. E., Evans J. L. (1986). Insoluble nitrogen for milk production in Holstein cows via increases in voluntary intake and nitrogen utilization. *J. Dairy Sci.* 69:1576– 1586.
- Crooker, B. A., Sniffen C. J., Hoover W. H., Johnson L. L. (1978). Solvents for soluble nitrogen measurements in feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 61:437– 447.
- Cruz Soto, R., Muhammad S. A., Newbold C. J., Stewart C. S., Wallace R. J. (1994). Influence of peptides, amino acids and urea on microbial activity in the rumen of sheep receiving grass hay and on the growth of rumen bacteria in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49:151– 161
- Czerkawski, J.W., Breckenridge, G. (1977). Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). *Br. J. Nutr.* 38: 371–384.
- Çetin, Ş., Bek, Y. (2019). Tekrarlanan ölçümlü verilerde kovaryans modelleri, *Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*, 11(3):239–53
- Dale, N. (1996). Variation in feed ingredient quality: oilseed meals. *Anim. Feed Sci. Technol.* 59:129– 135.
- Damiran, D., DelCurto, T., Bohnert, D.W., Findholt, S.L. (2008). Comparison of techniques and grinding size to estimate digestibility of forage based ruminant diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 141: 15–35.
- De Boever, J.L., Cottyn, B.G., Andries, J.I., Buysse, F.X., Vanacker, J.M. (1988). The use of a cellulase technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* :19, 247–260.

- Demjanec, B., Merchen, N. R., Cremin Jr, J. D., Aldrich, C. G., Berger, L. L. (1995). Effect of roasting on site and extent of digestion of soybean meal by sheep: I. Digestion of nitrogen and amino acids. *Anim Sci. Mar*;73(3):824-34.
- Dene millam, J.J., Musa, M.A., Babale, D.M., Abbaya, H.Y., Yakubu, L.R. (2020). Effects of feeding soybean curd residue at varying levels in diets of red sokoto bucks on nutrient intake and digestibility <http://www.njast.com.ng/index.php/home/issue/view/7>
- Deng, J., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Wang, Y., Xu, W., Liufu, Z. (2006). Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile japanese flounder, (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 258: 503-513.
- Doğan, K. (1993). Kümes Hayvanlarının Beslenmesi. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*: 1290, Ankara.
- Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., Heinemann, W.W. (1990). *Feeds and Nutrition*. 88-89, 850-852, 2nd edition The Ensminger Publishing Co, Clovis, CA.
- Erdaw, M. M., Maldonado, R. A. P., Bhuiyan, M. M., Iji, P. A. (2016). Physicochemical properties and enzymatic in vitro nutrient digestibility of full-fat soybean meal. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 14 (1):85-91
- Erdman, R. A. (1995). Factors affecting microbial protein flow in dairy cows. *Four-State Dairy Nutrition and Management Conference*. LaCrosse, Wisconsin
- Ergin, N., Aydemir, S. K. (2018). Soya bitkisinin hayvan beslemedeki yeri ve önemi. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(1): 143-157
- Escaffre, A.M., Zambonino Infante, J.L., Cahu, C.L., Mambrini, M., Bergot, P., Kaushik, S.J. (1997). Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp *Cyprinus carpio* based on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, 153: 63–80.
- Evan, T., Marcos, C.N., Ranilla, M.J., Carro, M.D. (2020). In Vitro and In Situ Evaluation of Broccoli Wastes as Potential Feed for Ruminants. *Animals* 10, 1989.
- Fairbairn, R., Alli, I., Baker, B. E. (1988). Proteolysis associated with the ensiling of chopped alfalfa. *J. Dairy Sci.* 71:152– 158.
- Faldet, M. A., Voss, V. L., Broderick G. A., Satter L. D. (1991). Chemical, in vitro, and in situ evaluation of heat treated soybean proteins. *J. Dairy Sci.* 74:2548– 2554.
- Faldet, M.A., Satter, L.D. (1991). Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 74:3047.
- Faldet, M.A., Satter, L.D., Broderick, G.A. (1992a). Determining optimal heat treatment of soybeans by measuring available lysine chemically and biologically with rates to maximize protein utilization by ruminants. *J. Nutr.* 122:151.
- Faldet, M.A., Voss, V.L., Broderick, G.A., Satter, L.D. (1991). Chemical, in vitro, and in situ evaluation of heat-treated soybean proteins. *J. Dairy Sci.* 74:2548.
- FAO., (2016). Livestock and production database
- Ferguson, K. A. (1975). The protection of dietary proteins and amino acids against microbial fermentation in the rumen. Digestion and Metabolism in the Ruminant. *University of New England Publishing Unit*, 448-464, Armidale, NSW, Australia.
- Ferreira, F.N.A., Ferreira, W.M., Silva Neta, C.S., Inácio, D.F.S., Mota, K.C.N., Costa Júnior, M.B., Rocha, L.F., Lara, L.B., Fontes, D.O. (2017). Effect of dietary

- inclusion of dried or autoclaved sugarcane bagasse and vinasse on live performance and in vitro evaluations on growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.* 230: 87–95.
- Ffoulkes, D., Leng, R. A. (1988). Dynamics of protozoa in the rumen of cattle. *Br. J. Nutr.* 59:429– 436.
- Filya, İ., Sucu, E. (2005). Silaj fermentasyonunda organik asit kullanımı üzerinde araştırmalar: 1. Formik asit temeline dayalı bir koruyucunun laboratuvar koşullarında yapılan mısır silajlarının fermentasyon, mikrobiyal flora, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11: 51-56.
- Franco, M. O., Krizsan, S. J., Ramin, M., Spörndly, R., Huhtanen, P. (2017). In vitro evaluation of agro-industrial by-products replacing soybean meal in two different basal diets for ruminants. *Proceedings of the 8th Nordic Feed Science Conference*, Uppsala, Sweden. Report 296
- Franzolin, R., Dehority, B.A. (1999). Comparison of protozoal populations and digestion rates between water buffalo and cattle, *Journal of Applied Animal research*, 33-46
- Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Mantovani, R., Bailoni, L., Contiero, B., Bittante, G. (1996). Change in body condition score of holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield. *JDairy Sci*, 79:1009-1015.
- Garcia, A. D., Olson, W. G., Otterby, D. E., Linn, J. G., Hansen, W. P. (1989). Effects of temperature, moisture, and aeration on fermentation of alfalfa silage. *J. Dairy Sci.* 72:93– 103.
- Ghavipanje, N., Nasari, M. H. F., Bashtani, M., Farhangfar, H. (2020). Determination of chemical composition and estimate nutritional value of quinoa crop residues using nylon bag and gas production techniques. *Journal of Animal Production*, <https://dx.doi.org/10.22059/jap.2020.293316.623473>
- Goelema, J. O., Smits, A., Vaessen, L. M., Wemmers, A. (1999). Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on in vitro and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. *Anim. Feed Sci. Technol.* 78:109– 126.
- Goering, H. K., Gordon, C. H., Hemken, R. W., Waldo, D. R., Van Soest, P. J., Smith, L. W. (1972). Analytical estimates of nitrogen digestibility in heat damaged forages. *J. Dairy Sci.* 55:1275– 1280.
- Goering, M.K., Van Soest, P.J. (1970). Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and some Applications); *Agricultural Handbook* No. 379; USDA: Washington, DC, USA.
- Goeser, J.P., Combs, D.K. (2009). An alternative method to assess 24-h ruminal in vitro neutral detergent fiber digestibility. *J. Dairy Sci.* 92: 3833–3841
- Goeser, J.P., Hoffman, P.C., Combs, D.K. (2009). Modification of a rumen fluid priming technique for measuring in vitro neutral detergent fiber digestibility. *J. Dairy Sci.* 92: 3842–3848.
- Gray, F.V., Weller, A.F., Pilgrim, A.F., Jones, G.E. (1962). A stringent test for the artificial rumen. *Aust. J. Agric. Res.* 13: 343–349.
- Griswold, K. E., Hoover, W. H., Miller, T. K. Thayne, W. V. (1996). Effect of form of nitrogen on growth of ruminal microbes in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 74:483– 491.

- Grum, D. E., Shockey, W. L., Weiss, W. P. (1991). Electrophoretic examination of alfalfa silage proteins. *J. Dairy Sci.* 74:146– 154.
- Guzmán, M.L., Sager, R.L. (2016). Ruminant Fecal Inoculum for In Vitro Feed Digestibility Analysis. Available online: <https://unsl.academia.edu/RicardoSager>
- Harty, S. R., Akayezu, J-M., Linn, J. G., Cassady, J. M. (1998). Nutrient composition of distillers grains with added solubles. *J. Dairy Sci.* 81:1201.
- Hatungimana, E., Erickson, P.S., (2019). Effects of storage of wet brewers grains treated with salt or a commercially available preservative on the prevention of spoilage, in vitro and in situ dry matter digestibility, and intestinal protein digestibility. *Animal Science*, Volume 35, Issue 5. sayfa: 464-475, ISSN 2590-2865, <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01857>.
- Hino, T., Russell, J. B. (1987). Relative contributions of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein *in vitro*. *J. Anim. Sci.* 64:261– 270.
- Hoffman, P. C., Brehm, N. M., Bauman, L. M., Peters, J. B., Undersander, D. J. (1999). Prediction of laboratory and in situ protein fractions in legume and grass silages using near-infrared reflectance spectroscopy. *J. Dairy Sci.* 82:764– 770.
- Holden, L.A. (1999). Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *J. Dairy Sci.* 82: 1791–1794.
- Hristov, A. N., Broderick, G. A. (1996). Synthesis of microbial protein in ruminally cannulated cows fed alfalfa silage, alfalfa hay, or corn silage. *J. Dairy Sci.* 79:1627– 1637.
- Hughes, A. D. (1970). The non-protein nitrogen composition of grass silages. II. The changes occurring during the storage of silage. *J. Agr. Sci.* 75:421– 431.
- Hungate, R.E. (1966). The Rumen and Its Microbes; *Academic Press*: New York, NY, USA,
- Hurrell, R. F., Finot, R. A. (1985). Effect of food processing on protein digestibility and amino acid availability. Digestibility and Amino Acid Availability in Cereals and Oilseeds. *American Association of Cereal Chemists*, 233-258 St. Paul, MN.
- Hvelplund, T. (1985). Digestibility of rumen microbial protein and undegraded dietary protein estimated in the small intestine of sheep and by in sacco procedure. *Acta. Agric. Scand. Suppl.* 25:132– 144. Ithaca, New York.
- Ichinohe, T., Orden, E.A., Del Barrio, A.N., Lapitan, R.M., Fujihara, T., Cruz, L.C., Kanai, Y. (2004). Comparison of voluntary feed in-take, rumen passage and degradation kinetics between crossbred Brahman cattle (*Bos indicus*) and swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*) fed a fattening diet based on corn silage. *Animal Science Journal*, 75: 533–540
- Iqbal, M.W., Zhang, Q., Yang, Y., Li, L., Zou, C., Huang, C., Lin, B. (2018). Comparative study of rumen fermentation and microbial community differences between water buffalo and Jersey cows under similar feeding conditions. *Journal of Applied Animal Research*, 46: 740–748
- Jarosz, L., Hvelplund, T., Weisbjerg, M. R., Jensen, B. B. (1994). True digestibility of protein in the small intestine and the hind gut of cows measured with the mobile bag technique using ¹⁵N-labelled roughage. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Asc.* 44:146– 151.
- Jarrige, R. (1989). Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables. *Institut National de la Recherche Agronomique*, Libbey, Eurotext, Paris, France.

- Jones, D. F., Hoover, W. H., Miller Webster, T. K. (1998). Effects of concentrations of peptides on microbial metabolism in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 76:611– 616.
- Jouany, J. P. (1996). Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *J. Nutr.* 126:1335S– 1346S.
- Jouany, J. P., Ushida, K. (1999). The role of protozoa in feed digestion. Review. *AJAS* 12:113– 128.
- Kamalak, A., Kanbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, O. (2005). *In situ* ruminal dry matter and crude protein degradability of plant- and animal-derived protein sources in Southern Turkey. *Small Rumin. Res.* **58**, 135-141.
- Kaufmann, W., Lüpping, W. (1982). Protected proteins and protected amino acids for ruminants. *Protein Contribution of Feedstuffs for Ruminants*: 36– 75. Butterworth Scientific, London, England.
- Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Lallès, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B., Laroche, M. (1995). Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 133: 257– 274.
- Khejornsart, P., Wanapat, M., Rowlinson, P. (2011). Diversity of anaerobic fungi and rumen fermentation characteristic in swamp buffalo and beef cattle fed on different diets. *Livestock Science*, 139: 230–236
- Kılıç, U., Güleçyüz, E. (2017). Effects of Some Additives on In Vitro True Digestibility of Wheat and Soybean Straw Pellets, *Open Life Sciences*, 12(1), 206-213. doi: <https://doi.org/10.1515/biol-2017-0024>
- Kim, M., Kim, J., Kuehn, L.A., Bono, J.L., Berry, E.D., Kalchayanand, N., Freetly, H.C., Benson, A.K., Wells, J.E. (2014). Investigation of bacterial diversity in the feces of cattle fed different diets. *J. Anim. Sci.* 92: 683–694.
- Klopfenstein, T.J., Krause, V.E., Jones, M.J., Woods, W. (1972). Chemical treatment of low quality forages. *J. Anim. Sci.* 35: 418–422.
- Komarek, A.R., Robertson, J.B., and Van Soest, P.J. (1994). Comparison of the Filter Bag Technique to Conventional Filtration in the Van Soest NDF Analysis of 21 Feeds. Presented at *National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization Proceedings* (University of Nebraska)
- Komarek, A.R., Robertson, J.B., Van Soest, P.J. (1993). A Comparison of Methods for Determining ADF Using the Filter Bag Technique versus Conventional Filtration. *Journal of Dairy Science* Vol. 77
- Kopečný, J., Wallace, R. J. (1982). Cellular location and some properties of proteolytic enzymes of rumen bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 43:1026– 1033.
- Krishnamoorthy, U., Muscato, T. V., Sniffen, C. J., Van Soest, P. J. (1982). Nitrogen fractions in selected feedstuffs. *J. Dairy Sci.*, 65: 217– 225.
- Lapitan, R.M., Del Barrio, A.N., Katsube, O., Ban-Tokuda, T., Orden, E.A., Robles, A.Y., Cruz, L.C., Kanai, Y., Fujihara, T. (2008). Comparison of fattening performance in Brahman grade cattle (*Bos indicus*) and crossbred water buffalo (*Bubalus bubalis*) fed on high roughage diet. *Animal Science Journal*, 79: 76–82
- Laudadio, V., Lacalandra, G.M., Monaco, D., Khorchani, T., Hammadi, M., Tufarelli, V. (2009). Faecal liquor as alternative microbial inoculum source for in vitro (Daisy^{II}) technique to estimate the digestibility of feeds for camels. *J. Camelid Sci.* 2: 1–7.

- Laycock, K. A., Miller, E. L. (1981). Nitrogen solubility and protein degradability of commercially and laboratory prepared rapeseed and soya-bean meals. *Proc. Nutr. Soc.* 40:103A.
- Layton, B. (2019). Ankom Technology Corporation Fairport, NY, USA.
- LeBlanc, S.J., Leslie, K., Duffield, T.F. (2005) Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 88:159-170.
- Leng, R. A., Dellow, D., Waghorn, G. (1986). Dynamics of large ciliate protozoa in the rumen of cattle fed on diets of freshly cut grass. *Br. J. Nutr.* 56:455– 462.
- Leng, R. A., Nolan, J. V. (1984). Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 67:1072–1089.
- Licitra, G., Hernandez, T. M., Van Soest, P. J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57:347– 358.
- Lindberg, J. E. (1985). Estimation of rumen degradability of feed protein with the in sacco technique and various in vitro methods: A review. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 25:64–97.
- Ling, J. R., Armstead, I. P. (1995). The in vitro uptake and metabolism of peptides and amino acids by five species of rumen bacteria. *J. Appl. Bacteriol.* 78:116– 124.
- Lundquist, R. G., Otterby, D. E., Linn, J. G. (1986). Influence of formaldehyde-treated soybean meal on milk production. *J. Dairy Sci.* 69:1337– 1345.
- Mabjeesh, S.J., Cohen, M., Arieli, A. (2000). In vitro methods for measuring the dry matter digestibility of ruminant feedstuffs: Comparison of methods and inoculum source. *J. Dairy Sci.* 83: 2289–2294.
- Madsen, J., Hvelplund, T. (1990). Protein degradation in the rumen. A Study of the Quantitative Nitrogen Metabolism in the Gastro-intestinal Tract, and the Resultant New Protein Evaluation System for Ruminants. *The AAT-BPV System*. P:103– 124 Institute of Animal Science, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Madsen, J., Hvelplund, T., Weisbjerg, M. R., Olsson, J. I., Spoerndly, R., Harstad, O. M., Volden, H., Tuori, M., Varvikko, T., Huntanen, P., Olafsson, B. L. (1995). The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants. A revision. *The Norwegian J. Agric. Sci., Suppl.* No. 19:1– 37
- Maeng, W. J., and Baldwin, R. L. (1976). Factors influencing rumen microbial growth rates and yields: Effects of urea and amino acids over time. *J. Dairy Sci.* 72:2002– 2016.
- Mahadevan, S., Erfle, J. D., Sauer, F. D. (1980). Degradation of soluble and insoluble proteins by *Bacteroides amylophilus* protease and by rumen microorganisms. *J. Anim. Sci.* 50:723– 728.
- Mangan, J. L. (1972). Quantitative studies on nitrogen metabolism in the bovine rumen. The rate of proteolysis of casein and ovalbumin and the release and metabolism of free amino acids. *Br. J. Nutr.* 27:261– 283.
- Mattapallil, M.J., Ali, S. (1999). Analysis of conserved microsatellite sequences suggests closer relationship between water buffalo *Bubalus bubalis* and sheep *Ovis aries*. *DNA Cell Biol* 18:513-19.
- Mauricio, R.M., Owen, E., Mould, F.L., Givens, I., Theodorou, M.K., France, J., Davi, D.R., Dhanoa, M.S. (2001). Comparison of bovine rumen liquor and bovine faeces as

- inoculum for an in vitro gas production technique for evaluating forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 89, 33–48.
- McSweeney, C.S., Kennedy, P.M., John, A. (1989). Reticulo-ruminal motility in cattle (*Bos indicus*) and water buffaloes (*Bubalus bubalis*) fed a low quality roughage diet. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 94: 635–638
- Mendowski, S., Noziere, P., Ferlay, A., Denis, P., Chesneau, G., Chapout, P. (2020). Raw or technologically treated proteaginous seeds as alternatives to soybean meal for dairy cows: comparative evaluation by meta-analysis of *in situ* and *in vivo* digestive parameters, nitrogen partition and dairy performance <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114758>
- Menke, K.H., Raab, A., Salewski, H., Steingass, D., Fritz, D., Schneider, W. (1979). The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci.* 193: 217–225.
- Menke, K.H., Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28: 7–55.
- Messman, M. A., Weiss, W. P., Koch, M. E. (1994). Changes in total and individual proteins during drying, ensiling, and ruminal fermentation of forages. *J. Dairy Sci.* 77:492–500.
- Michalet-Doreau, B., Ould-Bah, M. Y. (1992). *In vitro* and *in sacco* methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 40:57– 86.
- Morgan, D.J. (1985). The effect of formalin-treated soybean meal upon the performance of lactating cows. *Anim. Prod.*, 41: 33-42.
- Mosenfechtel, S., Hoedemaker, M., Eigenmann, U. J., Rusch, P. (2002). Influence of back fat thickness on the reproductive performance of dairy cows. *Vet Rec*, 151: 387-388.
- Moshtaghi Nia, S. A., Ingalls, J. R. (1995). Evaluation of moist heat treatment of canola meal on digestion in the rumen, small intestine, large intestine, and total digestive tract of steers. *Can. J. Anim. Sci.* 75: 279– 283.
- Mould, F.L., Kliem, K.E., Morgan, R., Mauricio, R.M. (2005). In vitro microbial inoculum: A review of its function and properties. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123–124: 31–50.
- Muredzi, P., (2013). Soybean nature, processing and utilisation. Lab. Lambert, ISBN:978-3-659-44326-8
- Müller, L.D., Rodriguez, D., Schingoethe, D.J. (1975). Formaldehyde treated whey protein concentrate for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 58: 1847-1855.
- Nair, A. S., Thirunavukkarasu, M., Pandian, A. S. S., Senthilkumar, G., Balan, C. (2020). Forecasting cattle and buffalo population in India—A time series analysis. *Indian J Dairy Sci*, 73(3): 268-273.
- Nakamura, T., Klopfenstein, T. J., Britton, R. A. (1994a). Evaluation of acid detergent insoluble nitrogen as an indicator of protein quality in nonforage proteins. *J. Anim. Sci.* 72:1043– 1048.
- Nakamura, T., Klopfenstein, T. J., Gibb, D. J., Britton, R. A. (1994b). Growth efficiency and digestibility of heated proteins fed to growing ruminants. *J. Anim. Sci.* 72:774– 782.

- Nakamura, T., Klopfenstein, T.J., Owen, F.G., Britton, R.A., Grant, R.J., Winowiski, T.S. (1992). Nonenzymatically browned soybean meal for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:3519.
- National Research Council, (1996). Nutrient Requirements of Beef Cattle 7th rev ed *National Academy Press*, Washington, DC.
- Naveed-ul-Haque, M., Akhtar, M.U., Munnawar, R., Anwar, S., Khalique, A., Tipu, M.A., Ahmad, F. Shahid, M.Q. (2018). Effects of increasing dietary protein supplies on milk yield, milk composition, and nitrogen use efficiency in lactating buffalo. *Tropical Animal Health and Production*, 50: 1125–1130
- Nazlıcan, A. N. (2010). Soya yetiştiriciliği. www.cukurovataem.gov.tr
- Neathery, M. W. (1972). Conventional digestion trials vs. Nylon bag technique for determining seasonal difference in quality of midland bermudagrass forage, *J. Anim. Sci.* 34, 1075-1084.
- Neumann, M., Askel, E. J., Santos, L. C., Stadler Junior, E.S., Venancio, B. J., Pontarolo, G. B., Cristo, F. B., Silva, E. P. (2020). Evaluation of degradability and ruminal kinetics of soybean meal subjected to strategies to maximize protein escape from the rumen <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6p2721>
- Nocek, J. E. (1988). *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. *J. Dairy Sci.* 71:2051– 2069.
- Nocek, J. E., English, J. E. (1986). *In situ* degradation kinetics: evaluation of rate determination procedure. *J. Dairy Sci.*, 69:77– 87.
- Nolan, J. V. (1975). Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep. *Digestion and Metabolism in the Ruminant* s: 416– 431. University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia.
- Nolan, J. V. (1993). Nitrogen kinetics. *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. s: 123– 163 CAB International Wallingford, UK.
- NRC. (1996). Nutrient Requirements of Beef Cattle. *National Academy Press*, Washington D.C.
- Nugent, J. H. A., Jones, W. T., Jordan, D. J., Mangan J. L. (1983). Rates of proteolysis in the rumen of the soluble proteins casein, Fraction 1 (18S) leaf protein, bovine serum albumin, and bovine submaxillary mucoprotein. *Br. J. Nutr.* 50:357– 368.
- Nugent, J. H. A., Mangan, J. L. (1978). Rumen proteolysis of fraction I leaf protein, casein, and bovine serum albumin. *Proc. Nutr. Soc.* 37:48A.
- Nugent, J. H. A., Mangan, J. L. (1981). Characteristics of the rumen proteolysis of Fraction 1 (18S) leaf protein from lucerne (*Medicago sativa* L.). *Br. J. Nutr.* 46:39– 58.
- Oliveira, G. L. T., Schneider, M. (2014). The Politics of Flexing Soybeans in China And Brazil, *Transnational Institute (TNI) Agrarian Justice Program*
- Onat, Z.F.B. (2012). Erken ve geç ekilen ikinci ürün soyada çift sıralı ekim yönteminde farklı bitki yoğunluklarının verim ve verim unsurlarına etkisi, Doktora tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana
- Opstvedt, J., Miller. R., Hardy R. W., Spinelli, J. (1984). Heat-induced changes in sulfhydryl groups and disulfide bonds in fish protein and their effect on protein and amino acid digestibility in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Agric. Food Chem.* 32:929– 935.

- Ørskov, E.R., Hughes-Jones, M., Elimam, M.E. (1983). Studies on degradation and outflowrate of protein supplements in the rumen of sheep and cattle. *Livest. Prod. Sci.* 10, 17-24
- Ørskov, E.R., Hughes-Jones, M., McDonald, I. (1980). Degradability of protein supplements and utilization of undegraded protein by high-producing dairy cows. In *Recent Advances in Animal Nutrition*. S: 85. W. Haresign, ed. Butterworth & Co. London, U.K.
- Ørskov, E.R., McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen. *The Journal of Agricultural Science*, Volume 92, Issue 2,s:499-503
- Orten, J. M., Neuhaus, O. W. (1975). Human Biochemistry. *Ninth Edition*. C. V. Mosby Company, Saint Louis, MO.
- Özdoğan, M., Sarı, M. (2001). Kanatlı rasyonlarına yağ katkısı, *Hayvansal Üretim*, 42(1):28-34.
- Paster, B. J., Russell J. B., Yang, C. M. J., Chow, J. M., Woese C. R., Tanner, R. (1993). Phylogeny of the ammonia-producing ruminal bacteria *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium sticklandii*, and *Clostridium aminophilum* sp. *Int. J. System. Bacteriol.* 43:107– 110.
- Paul, S.S., Mandal, A.B., Kannan, A., Mandal, G.P., Pathak, N.N. (2003). Comparative dry matter intake and nutrient utilisation efficiency in lactating cattle and buffaloes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.1305>
- Pell, A.N., Schofield, P. (1993). Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. *J. Dairy Sci.* 76:1063–1073.
- Prasetyono, B. W. H. E., Subrata, A., Tampoebolon, B. I. M., Surono., Widiyanto. (2018). In vitro ruminal degradability of soybean meal protein protected with natural tannin. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 119 012016
- Prestløkken, E. (1999). In situ ruminal degradation and intestinal digestibility of dry matter and protein in expanded feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 71:1–23.
- Prigge, E. C., Baker, M. J., Varga, G. A. (1984). Comparative digestion, rumen fermentation and kinetics of forage diets by steers and wethers. *J. Anim. Sci.* 59:237–245.
- Prins, R. A., Van Gestel, J. C., Counotte, G. H. M. (1979). Degradation of amino acids and peptides by mixed rumen microorganisms. *Z. Tier- physiol. Tierernähr. Futtermittelk.* 42:333–339.
- Punia, B. S., Leibholz, J., Faichney, G. J. (1992). Rate of production of protozoa in the rumen and flow of protozoal nitrogen to the duodenum in sheep and cattle given a pelleted diet of lucerne hay and barley. *J. Agric. Sci., Camb.* 118:229–236.
- Quin, J.I., van der Wath, J.G., Myburgh, S. (1943). Studies on the alimentary tract of Merino Sheep in South Africa VII. Fermentation in the Forestomachs of Sheep. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry*, Volume 18, Numbers 1 and 2
- Ramin, M., Leroose, D., Tagliapietra, F., Huhtanen, P. (2015). Comparison of rumen fluid inoculum vs. faecal inoculum on predicted methane production using a fully automated in vitro gas production system. *Livest. Sci.* 181: 65–71.
- Ramos-Morales, E., Arco-Pérez, A., Martín-García, A.I., Yáñez-Ruiz, D.R., Frutos, P., Hervás, G. (2014). Use of stomach tubing as an alternative to rumen cannulation to

- study ruminal fermentation and microbiota in sheep and goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 198: 57–66.
- Refstie, S., Storebakken, T., Baeverfjord, G., Roem, A.J. (2001). Longterm protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. *Aquaculture*, 193: 91–106.
- RMG Network. A Report in Support of the Rumen Microbial Genomics (RMG) Network Describing Standard Guidelines and Protocols for Data Acquisition, Analysis and Storage. Available online: <http://www.rmgnetwork:user/file/37/pdf>
- Robinson, P.H., Campbell Matthews, M., Fadel, J.G. (1999). Influence of storage time and temperature on in vitro digestion of neutral detergent fibre at 48 h, and comparison to 48 h in sacco neutral detergent fibre digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 80: 257–266.
- Rodwell, V. W. (1985). Proteins. *Harper's Review of Biochemistry*, Twentieth Edition. S: 32–40. Lange Medical Publications, Los Altos, CA.
- Rogers, J. A., Conrad, H. R., Dehority, B. A., Grubb J. A. (1986). Microbial numbers, rumen fermentation, and nitrogen utilization of steers fed wet or dried brewers grains. *J. Dairy Sci.* 69:745–753.
- Rostini, T. (2020). The Use of Fermented Feed Based on Swamp Buffalo Rumen Fluid to Increase the Growth and Conditions Psychology of Goats. *International Journal of Advanced Science and Technology* Vol.29 No.5 s:6275-6284
- Russell, J. B., O'Connor, J. D. D., Fox, G., Van Soest, P. J., Sniffen, C. J. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 70:3551–3561.
- Russell, J. B., Sniffen, C. J. (1984). Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on growth of mixed rumen bacteria in vitro. *J. Dairy Sci.* 67:987–994.
- Russell, J. B., Sniffen, C. J., Van Soest, P. J. (1983). Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 66:763–775.
- Russell, J. B., Strobel, H. J., Chen, G. (1988). Enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. *Microbiol.* 54: 872–877.
- Salter, D. N., Daneshaver, K., Smith, R. H. (1979). The origin of nitrogen incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein and urea-containing diets. *Br. J. Nutr.* 41:197–209.
- Satter, L. D. (1986). Protein supply from undegraded dietary protein. *J. Dairy Sci.* 69:2734–2749.
- Satter, L.D., Dihiman, T.R., Hsu, J.T. (1994). Use of heat processed soybeans in dairy cattle. *In Proc. Cornell Nutrition Conf. For Feed Manufacture*. S: 19. Rochester, NY.
- Satter, L.D., Faldet, M.A., Dhiman, T.R. (1991). Feeding whole soybeans, soyhulls and soybean meal. *In Proc. of Alternative Feed for Dairy and Beef Cattle*. S: 22. St. Louis, MO.
- Schingoethe, D. J., Casper, D. P., Young, C., Illg, D. J., Sommerfeldt, J. L., Mueller, CR. (1988). Lactational response to soybean meal, heated soybean meal, and extruded soybeans with ruminally protected methionine. *J. Dairy Sci.* 71:173.

- Schingoethe, D.J. (1996). Balancing the amino acid needs of dairy cows. *Anim. Feed Sci. Tech.* 60:153.
- Schofield, P., Pell, A.N. (1995). Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. *J. Anim. Sci.* 73:3455–3463.
- Schwab, O.O. (1995). Protected proteins and amino acids for ruminants. *In Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. s: 115. VCH, NY.
- Schwab, C. G. (1995a). Protected proteins and amino acids for ruminants. *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. 115-141 V.C.H. Press, Weinheim, Germany.
- Sebek, L. B., Everts, H. (1999). *In situ* degradation of dry matter and crude protein in ewes and dairy cows. *Anim. Sci.* 68:801–808.
- Siddons, R. C., Paradine, J. (1983). Protein degradation in the rumen of sheep and cattle. *J. Sci. Food and Agric.* 34:701–708.
- Sindhu, J.S., Arora, S. (2011). Milk Buffalo. *Milk Encyclopedia of Dairy Sciences*, Elsevier, 503–511
- Sirtoğlu, İ. (2014). 2014 Turkey Oilseeds and Products Annual. At: <http://www.soyatech.com/> TÜİK., Türkiye İstatistik Kurumu resmi internet sayfası
- Sniffen, C. J. (1974). Nitrogen utilization as related to solubility of NPN and protein in feeds. *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, s: 12–18, Ithaca, NY.
- Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., Russell, J. B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, 70:3562–3577.
- Spanghero, M., Chiaravalli, M., Colombini, S., Fabro, C., Frolidi, F., Mason, F., Moschini, M., Sarnataro, C., Schiavon, S., Tagliapietra, F. (2019). Rumen inoculum collected from cows at slaughter or from a continuous fermenter and preserved in warm, refrigerated, chilled or freeze-dried environments for in vitro tests. *Animals* 9: 815.
- Stanford, K., McAllister, T. A., Xu, 7., Pickard, M., Cheng, K. J. (1995). Comparison of lignosulfonate treated canola meal and soybean meal as rumen undegradable protein supplements for lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 75:371.
- Stern, M. D., Bach, A., Calsamiglia, S. (1997). Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *J. Anim Sci.* 75:2256–2276.
- Stern, M. D., Satter, L. D. (1984). Evaluation of nitrogen solubility and the dacron bag technique as methods for estimating protein degradation in the rumen. *J. Anim. Sci.* 58:714–724.
- Stutts, J. A., Nipper, W. A., Adkinson, R. W., Chandler, J. E., Achacoso, A. S. (1988). Protein solubility, in vitro ammonia concentration, and in situ disappearance of extruded whole cottonseed and other protein sources. *J. Dairy Sci.* 71:3323–3333.
- Suphi, D., Tuncer, Ş. D. (1995). Bitkisel protein kaynaklarının formaldehit ile muamele edilmesinin rumende kuru madde ve ham protein ile efektif protein parçalanımı üzerine etkisi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, 19:1-8.

- Tagliapietra, F., Mirko, C., Ida K. H., Hanne H. H., Stefania, C., Lucia, B., Stefano, S. (2011). True Dry Matter Digestibility Of Feeds Evaluated In Situ with Different Bags And In Vitro Using Rumen Fluid collected from intact donor cows. *Cowanimal Production Science* 52(5) : 338-346
- Tassone, S., Fortina, R., Peiretti P.G. (2020). In Vitro Techniques Using the Daisy^{II} Incubator for the Assessment of Digestibility: *Animals* 10: 775; doi:10.3390/ani10050775
- Taşçı, R. (2018) Soya durum ve tahmin raporu 2017/2018 *Tepge yayın* no:304 ISBN: 978-605-2207-15-4
- Thanh, V.T.K. (2012). The effect on intake digestibility and microbial protein production of adding urea to rice straw for cattle and buffalo calves. *Livestock Science*, 150: 111–113
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. (1991). A new laboratory procedure for estimating kinetic parameters associated with the digestibility of forages. In *Proceedings of the International Symposium on Forage Cell Wall Structure and Digestibility*, USD-ARS, Madison, WI, USA, 7–10 October 1991.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass Forage Sci.*, 18: 104–111.
- Titgemeyer, E. C., Merchen, N. R. (1990b). The effect of abomasal methionine supplementation on nitrogen retention of growing steers postruminally infused with casein or nonsulfur-containing amino acids. *J. Anim. Sci.* 68:750–75
- Todorov, N. A., Griginov, D. G. (1991). Comparison of the infusion method, mobile bag technique and in vitro method for determination of the true protein digestibility in small intestine of cattle. *6th Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition* Herning, Denmark, s: 80–82.
- Traxler, M. J. (1997). Predicting the Effect of Lignin on the Extent of Digestion and the Evaluation of Alternative Intake Models for Lactating Dairy Cows Consuming High NDF Forages. *Ph.D. Thesis, Cornell University*, Ithaca, NY, USA.
- Traxler, M. J., Robertson, J. B., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Pell, A.N., Komarek, A.R. (1995). A comparison of methods for determining IVDMD at three time periods using the Filter Bag Technique versus conventional methods. *J. Dairy Sci.* Vol. 78, Supplement 1. s: 274.
- Trujillo, A.I., Marichal, M.D.J., Carriquiry, M. (2010). Comparison of dry matter and neutral detergent fibre degradation of fibrous feedstuffs as determined with in situ and in vitro gravimetric procedures. *Anim. Feed Sci. Technol.* 161: 49–57.
- Tufarelli, V., Cazzato, E., Ficco, A., Laudadio, V. (2010). Assessing nutritional value and in vitro digestibility of Mediterranean pasture species using yak (*Bos grunniens*) faeces as alternative microbial inoculum in a Daisy^{II} incubator. *J. Food Agric. Environ.* 8: 477–481.
- TÜİK., (2017). Türkiye İstatistik Kurumu resmi internet sayfası
- Uçum, İ. (2016). Arıma modeli ile Türkiye soya üretim ve ithalat projeksiyonu. *TEAD*, 2(1)
- Uden, P., Van Soest, P. J. (1984). Investigations of the *in situ* bag technique and a comparison of the fermentation in heifers, sheep, ponies and rabbits. *J. Anim. Sci.* 58:213–221.

- USDA., (2018). United States Department of Agriculture
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>
- Valentine, M.E., Karayilandli, E., Cherney, J.H., Cherney, D.J. (2019). Comparison of in vitro long digestion methods and digestion rates for diverse forages. *Crop. Sci.* 59: 422–435
- Van Gylswyk, N. O. (1990). Enumeration and presumptive identification of some functional groups of bacteria in the rumen of dairy cows fed silage-based diets. *FEMS Microbiol. Ecol.* 73:243–254.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd ed.; Cornell University Press: Ithaca, NY, USA.
- Van Soest, P.J., Wine, R.H., Moore, L.A. (1966). Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In *Proceedings of the 10th International Grassland Congress, Finnish Grassland Association*, Helsinki, Finland, 7–8 July 1966; s: 438–441.
- Van Straalen, W.M. (1995). Modelling of N flow and excretion in dairy cows. *Thesis Landbouw Universiteit Wageningen*. ISBN 90-5485-475-8
- Vanhatalo, A., Aronen, I., Varvikko, T. (1995). Intestinal nitrogen digestibility of heat-moisture treated rapeseed meals as assessed by the mobile-bag method in cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 55:139–152.
- Vanhatalo, A., Ketoja, E. (1995). The role of the large intestine in post-ruminal digestion of feeds as measured by the mobile-bag method in cattle. *Br. J. Nutr.* 73:491–505.
- Vanzant, E. S., Cochran, R. C., Titgemeyer, E. C. (1998). Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. *J. Anim. Sci.* 76:2717–2729.
- Varadyova, Z., Baran, M., Zelenak, I. (2005). Comparison of two in vitro fermentation gas production methods using both rumen fluid and faecal inoculum from sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123–124, 81–94.
- Virtanen, A. I. (1966). Milk production of cows on protein-free feed. *Science*. 153:1603–1614.
- Virtanen, A.I. (1969). On nitrogen metabolism in milking cows. *Feed Proc.* 28:232.
- Vogel, K.P., Pedersen, J.F., Masterson, S.D., Toy, J.J. (1999). Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop. Sci.* 39: 276–279.
- Voigt, J., Piatkowski, B., Englemann, H., Rudolph, E. (1985). Measurement of the postruminal digestibility of crude protein by the bag technique in cows. *Arch. Tierernaehr.* 8:555–562.
- Wallace, R. J. (1983). Hydrolysis of ¹⁴C-labelled proteins by rumen microorganisms and by proteolytic enzymes prepared from rumen bacteria. *Br. J. Nutr.* 50:345–355.
- Wallace, R. J. (1985). Adsorption of soluble proteins to rumen bacteria and the role of adsorption in proteolysis. *Br. J. Nutr.* 53:399–408.
- Wallace, R. J. (1996). Ruminal microbial metabolism of peptides and amino acids. *J. Nutr.* 126:1326S–1334S.
- Wallace, R. J. (1997). Peptide metabolism and its efficiency in ruminant production. In *Rumen Microbes and Digestive Physiology in Ruminants* s: 95–105. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo/S Karger, Basel

- Wallace, R. J., Atasoglu, C., Newbold, C. J. (1999). Role of peptides in rumen microbial metabolism. Review. *AJAS* 12:139–147.
- Wallace, R. J., Munro, C. A. (1986). Influence of the rumen anaerobic fungus *Neocallimastix frontalis* on the proteolytic activity of a defined mixture of rumen bacteria growing on a solid substrate. *Lett. Appl. Microbiol.* 3:23–26.
- Waltz, D., Stern, M., (1989). Evaluation of various methods for protecting soya-bean protein from degradation by rumen bacteria *Animal Feed Science and Technology* 25, issues 1-2 s:111-122
- Wanapat, M., Nontaso, N., Yuangklang, C., Wora-Anu, S., Ngarmsang, A., Wachirapakorn, C., Rowlinson, P. (2003). Comparative study between swamp buffalo and native cattle in feed digestibility and potential transfer of buffalo rumen digesta into cattle. *Asian- Australasian Journal of Animal Sciences*, 16: 504–510
- Wang, W., Ungerfeld, E. M., Degen, A. A., Jing, X., Guo, W., Zhou, J., Huang, X., Mudassar, S., Shi, F., Bi, S., Ding, L., Shang, Z., Long, R., (2020), Ratios of rumen inoculum from Tibetan and Small-tailed Han sheep influenced in vitro fermentation and digestibility, *Animal Feed Science and Technology*, 267, 114562, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114562>.
- Wang, Y., McAllister, T. A., Pickard, M. D., Xu, Z., Rode, L. M., Cheng K.- J. (1999). Effect of micronizing full fat canola seed on amino acid disappearance in the gastrointestinal tract of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:537–544.
- Waters, C. J., Kitcherside, M. A., Webster A. J. F. (1992). Problems associated with estimating the digestibility of undegraded dietary nitrogen from acid-detergent insoluble nitrogen. *Anim. Feed Sci. Tech* no 1. 39:279–291.
- Webster, A. J. F. (1987). Metabolizable protein the U.K. approach. *Feed Evaluation and Protein Requirement System for Ruminants*. Commission of European Communities, EUR 10657 EN, Luxembourg, s: 47–54.
- Webster, A. J. F., Kitcherside, M. A., Keirby, J. R., Hall, P. A. (1984). Evaluation of protein feeds for dairy cows. *Anim. Prod.* 8:548.
- Weiss, W. P., Erickson, D. O., Erickson G. M., Fisher, G. R. (1989). Barley distillers grains as a protein supplement for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:980–987.
- Willis, S. (2003). The use of soybean meal and full fat soybean meal by the animal feed industry. *12th Australian Soybean Conference*.
- Wora-anu, S., Wanapat, M., Wachirapakorn, C., Nontaso, N. (2000). Effect of roughage to concentrate ratio on ruminal ecology and voluntary feed intake in cattle and swamp buffaloes fed on urea-treated rice straw. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13: 236
- Xiaogao, D., Shibin, D., Shenghan, L., Linna, J., Yufei, W., Wei, Z., (2020). Determination of the appropriate ratio of sample size to nylon bag area for in situ nylon bag technique evaluation of rumen digestibility of feedstuffs in sheep, *Livestock Science*, Volume 241, 2020, 104254, ISSN 1871-1413, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104254>.
- Xu, S., Harrison J. H., Riley, R. E. (1996). Characteristics of nitrogen fractions and amino acids of feedstuffs common to the Pacific North- west. *Professional Anim. Scientist* 12:223–237.
- Yáñez Ruiz, D.R., Bannink, A., Dijkstra, J., Kebreab, E., Morgavi, D.P., O’Kiely, P., Reynolds, C.K., Schwarm, A., Shingfield, K.J., Yu, Z. (2016). Design,

implementation and interpretation of in vitro batch culture experiments to assess enteric methane mitigation in ruminants—A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 216: 1–18.

Yeşilayer, N., Kaymak, İ. E., Gören, H. M., Karşı, Z. (2013). Balık yemlerinde balık ununa alternatif bitkisel protein kaynaklarının kullanım olanakları., *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 4: 12-30.

Yu, Y., Thomas, J. W. (1976). Estimation of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. *J. Anim. Sci.* 42:766–774.

Yuzhu, S., Jiang, Hu., Bingang, S., Renqing, D., Jiqing, W., Shaobin, Li., Wei, Z., Yuzhu, L., Xiu, L. (2020). "Characteristics and Functions of the Rumen Microbial Community of Cattle-Yak at Different Ages", *BioMed Research International*, Article ID 3482692, 9 pages, <https://doi.org/10.1155/2020/3482692>

Zhu, Y. (2012). Analysis of Chinese and U.S. Soy Markets and Trade Dynamics, Department of Agricultural and Resource Economics.



7. EKLER

7.1. Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı

ÖZGEÇMİŞ

ÜMİT ÖZÇINAR

VETERİNER HEKİM

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

Doktora Öğrencisi

1. Kişisel Bilgiler, Nitelikler ve Deneyimler

1.1. Kişisel Bilgiler

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

Veteriner Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi

03200 – Afyonkarahisar, TURKEY

1.2. Yüksek Öğrenim

1996- 2001 Veteriner Hekim, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi

2015- Doktora Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

“Farklı Soya Ürünlerinin in sitü ve in vitro Sindirilebilirlik Düzeylerinin Karşılaştırılması”

1.3. Meslek Kuruluşlarına Üyelik

Veteriner Hekimler Odası Afyonkarahisar

Buğday Derneği

1.4. İş Deneyimleri

2003-2004 Tıbbi Satış Mümressili, Aventis Pharma, Balıkesir, Türkiye

2004-2005 Veteriner Hekim (Kanatlı), Sakarya/ Adapazarı, Türkiye

2005-2012 Veteriner Hekim, Ümit Veteriner Kliniği, Afyonkarahisar, Türkiye

2012-2017 Veteriner Fakültesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Çiftliği
Müdürlüğü, Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ),
Afyonkarahisar, Türkiye

2017- İktisadi İşletme Müdürlüğü, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri
Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye

1.5. İlgili Alanlar

Hayvan Besleme (Ana Konu)

Manda Besleme

Süt İneklerinin Beslenmesi

Yumurta tavuklarının beslenmesi

Organik Tarım ve Hayvancılık

Yem Hijyeni

1.6. Diğer İlgili Faaliyetler

1.6.1. Manda çiftliği ziyaretleri, Salerno (2016) Personel Hareketliliği Programı,
Erasmus Programı Napoli, İtalya

1.6.2. Manda çiftliği ziyaretleri, Salerno (2017) Personel Hareketliliği Programı,
Erasmus Programı Napoli, İtalya

1.7. Diller

Türkçe ve İngilizce (Akıcı)

2. YAYINLAR

2.1. Makaleler

Özcınar, Ü., Bayram, İ. (2020). The Influence of Essential Oils Supplementation on Yield and Quality of Sheep Milk, JSTR, Doi: 10.7176/JSTR/7-01-03

Çetingül, I. S., Gültepe, E. E., Rahman, A., Iqbal, A., Uyarlar, C., Hacısalihoğlu, S.,

Özcınar, Ü., Bayram, İ. (2020). Pistacia terebinthus as a dietary supplement for laying hens *South African Journal of Animal Science* 50 (1), 38-46

Gültepe, E. E., Uyarlar, C., Cetingul, I. S., Iqbal, A., **Özcınar, U.**, Bayram, I., J. Bradford, B. (2020). Comparison of ruminal digestibility of Origanum onites L. leaves in dairy buffalo and cows *Tropical Animal Health and Production*, 1-9

Gültepe, E. E., Iqbal, A., Cetingul, I. S., Uyarlar, C., **Özcınar, U.**, Bayram, I. (2020). Effect of Myrtus communis L. Plant Extract as a Drinking Water Supplement on

- Performance, Some Blood Parameters, Egg Quality and Immune Response of Older Laying Hens. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 26 (1)
- Gültepe, E. E., Iqbal, A., Cetingul, I.S., Uyarlar, C., **Özcinar, U.**, Bayram I. (2019). Effects of Lemon Juice on Performance, Egg Quality Trait, and Some Blood Parameters of Laying Hens in the Late Phase of Production. *Acta Veterinaria Eurasia* 45 (2), 56-63
- Gültepe, E. E., Çetingül, I. S., Bayram, I., Kandır, H., Kenar, B., Bülbül, T., Uyarlar, C., **Özcinar, U.** (2019). Effects of Rubber Flooring on Feeding and Resting Behavior of Dairy Buffalo and Cows. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 12 (4), 1-1
- Çetingül, I. S., Iqbal, A., Bayram, I., Gültepe, E. E., Uyarlar, C., **Özcinar, U.** (2019). Effect of Pomegranate Molasses on Egg Quality Traits During Different Storage Time in Laying Hens. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 12 (2), 193-199
- Ozenc, E., Bozkurt, M. F., Yazıcı, E., Seker, E., Bayraktaroğlu, A. G., **Özcinar, U.**, Doğan, N. (2019). Teat characteristics in relation to animal temperament during milking in buffaloes, and comparison of buffalo and cow teat morphology. *Reproduction in Domestic Animals* / Volume 55, issue 5
- Gultepe, E. E., Cetingul, I. S., Uyarlar, C., Iqbal, A., Rahman, A., Hacisalihoglu, S., **Özcinar, U.**, Bayram, I. (2018). Effects of Pistacia terebinthus seed meal and different storage times on egg quality of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia* 47
- Fidan, A. F., Yeni, D., Avdatek, F., **Özcinar, U.**, Hazman, O. (2017). Changes in oxidative stress markers during electro-ejaculation procedure in merino rams. *Journal Of The Hellenic Veterinary Medical Society* 68 (3), 479-486

2.2. Kongre Katılımları

- Özcinar, Ü.**, Bayram, İ. Comparison of in-vitro digestibility of different soya products using daisy incubator in buffalo and cattle rumen juice, III. International Eurasian agriculture and natural sciences congress, 17-20 Ekim 2019, Antalya / Türkiye
- Çiçek. H., Tandoğan, M., Uyarlar, C., **Özcinar, Ü.** Sütçü Manda ve Sığırlarda Üretim Performansının Teknik ve Ekonomik Yönden İncelenmesi, III. Ulusal Hayvancılık Ekonomisi Kongresi, 11-14 Ekim 2018, Antalya/Türkiye
- Bayram, İ., Gültepe, E. E., Uyarlar, C., Iqbal, A., **Özcinar, Ü.**, Çetingül, İ. S. Effect of Grapefruit Juice on performance and egg quality traits in laying hens, World academy of science, engineering and technology conference, 22-23 Ocak 2018, Dubai-UAE.
- Gültepe, E. E., Uyarlar, C., Çetingül, I. S., Iqbal, A., **Özcinar, Ü.**, Bayram, İ. Effect of carrot juice on performance and egg quality traits in laying hens II *International Congress On Advances In Veterinary Sciences & Technics (Icavst)* 4-8 Ekim 2017 Üsküp, Makedonya
- Rahman, A., Bayram, İ., Gültepe, E. E., Uyarlar, C., Iqbal, A., Hacisalihoglu, S., **Özcinar, Ü.**, Çetingül, I. S. Dietary inclusion of Pistacia terebinthus (terebinth) seed in layer diet and its impact on internal egg quality parameters during different storage time. *7th International Veterinary Congress*. 04-05 Eylül 2017 in Paris, Fransa
- Rahman, A., **Özcinar, Ü.**, Bayram, İ. Exploring the potential of Pomegranate (*Punica granatum*) and its byproducts in animal nutrition *International Livestock Nutrition Summit* 21-22 Şubat, 2017, Lahore, Pakistan (Poster presentation)
- Gültepe, E. E., Çetingül, I. S., Bayram, I., Kandır, H., Kenar, B., Bülbül, T., Uyarlar, C., **Özcinar, U.** Effects of Rubber Flooring on Feeding and Lying Behaviour in Free Stall Barn Housed Water Buffalo and Dairy Cows. *International congress on veterinary and animal sciences*. 14-18 Kasım 2016-ICVAS. Belgrad-Sırbistan

- Özçınar, Ü.**, Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde Organik Manda Yetiştiriciliği, *VI. Ulusal Veteriner Zootekni Kongresi*, 1- 4 Haziran 2016, Kapadokya.
- Bayram, İ., Iqbal, A., Gültepe, E. E., Uyarlar, C., **Özçınar, Ü.**, Çetingül, İ.S. Effect of Different Level of Pomegranate Molasses on Performance, Egg Quality Trait, Serological and Hematological Parameters in Older Laying Hens. ICMAN 2020: 22th International Conference on Monogastric Animal Nutrition. Lisbon, Portugal during Feb 06-07
- Iqbal, A., Bayram, İ., Gültepe, E.E., Uyarlar, C., **Özçınar, Ü.**, Qudoos, A., Shah, S. R. A., Çetingül, İ. S. Effect of Pomegranate Molasses on Egg Quality Traits during Different Storage Time in Laying Hens (19.04.2019-20.04.2019), Yayın Yeri: International Science and Academic Congress, 2019. Konya-Türkiye.
- Bayram, İ., Gültepe, E. E., Uyarlar, C., Iqbal, A., **Özçınar, Ü.**, Çetingül, İ. S. Effect of lemon juice on performance, egg quality trait, and some blood parameters in laying hens (08.10.2018-10.10.2018), Yayın Yeri: ICSAE 2018, 2018. Hammamet-Tunisia. Uluslararası Özet bildirisi.
- Gültepe, E. E., Uyarlar, C., Çetingül, İ. S., Iqbal, A., **Özçınar, Ü.**, Bayram, İ., Bradford, B. J. Comparison of ruminal digestibility of *Origanum onites* L. leaves in dairy buffalo and cows. (23.06.2019-26.06.2019), Yayın Yeri: ADSA-USA 2019, Uluslararası Özet bildirisi

Türkiye II. Organik Hayvancılık Kongresi / Bursa 24-26 Ekim 2013 (Katılımcı).
Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu / Samsun 25-27 Eylül 2013 (Katılımcı).
Sürü Sağlığı ve Yönetimi Sempozyumu / Antalya 25-28 Mayıs 2016 (Katılımcı).