



**DOMATES SERASI BUDAMA ARTIKLARININ MANDA
VE İNEKLERDE İN VİTRO RUMEN
YIKIMLANABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sümeyra KARATOSUN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ümit ÖZÇINAR

Tez No: 2025- 022

Afyonkarahisar

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOMATES SERASI BUDAMA ARTIKLARININ MANDA VE
İNEKLERDE İN VİTRO RUMEN YIKIMLANABİLİRLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazırlayan
Sümeysra KARATOSUN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ümit ÖZÇINAR
Tez No: 2025- 022

AFYONKARAHİSAR

Bu Tez Çalışması: Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Proje Araştırmaları
Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: 23.SAĞ.BİL.20

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ KABUL VE ONAY

Öğrencinin	Adı- Soyadı	Sümeysra KARATOSUN
	Numarası	223308001
	Anabilim Dalı	Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları
	Program	☒ Yüksek Lisans ☐ Doktora
Tezin Başlığı		Domates Serası Budama Artıklarının Manda ve İneklerde <i>in vitro</i> Rumen Yıkımlanabilirliğinin Değerlendirilmesi
Tez Savunma Sınav Tarihi		29.05.2025
Tez Savunma Sınav Saati		11:00
Yukarıda bilgileri verilen tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.		
Başkan	Prof. Dr. İsmail BAYRAM	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Derya Merve KARAGÖZ	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Ümit ÖZÇINAR	
Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun / / tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır. Prof. Dr. Mustafa TEKERLİ Enstitü Müdürü		

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- 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.

27/04/2025

İmza

Sümevra KARATOSUN

ÖZET

Domates Serası Budama Artıklarının Manda ve İneklerde *in vitro* Rumen Yıkımlanabilirliğinin Değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasında, domates serası budama artıklarının manda ve ineklerde *in vitro* rumen yıkımlanabilirlik özellikleri değerlendirilmiştir. Artan sera üretimiyle birlikte ortaya çıkan domates budama atıklarının hayvan beslemesinde alternatif kaba yem kaynağı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Böylece hem ekonomik kayıpların önlenmesi hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmada domates serası budama atıkları kimyasal analizlere tabi tutulmuş ve kuru madde (KM; %91,68), ham protein (HP; %15,60), ham kül (HK; %17,80), ham yağ (HY; %3,77) ve nötral deterjan fiber (NDF; %48,22) içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca, Ankom Daisy^{II} *in vitro* inkübasyon sistemi kullanılarak materyalin ruminal sindirilebilirlik özellikleri tespit edilmiştir. Manda ve inek rumen sıvıları kullanılarak yapılan *in vitro* sindirilebilirlik testlerinde, sindirilebilirlik parametreleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, domates serası budama artıklarının yüksek kuru madde ve uygun lif içeriğine sahip olduğunu, ham protein ve ham yağ oranlarının ise değerlendirilebilir düzeyde olduğunu göstermiştir. *In vitro* sindirilebilirlik sonuçlarına göre mandaların sırasıyla ham protein ve ham yağı ineklere kıyasla daha verimli sindirdiği istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (%31,58; %25,25; $p<0,01$, %23,41; %14,33; $p<0,05$). Sonuç olarak domates serası budama atıkları ruminant beslemesinde alternatif kaba yem kaynağı olarak kullanılabilecek potansiyele sahiptir. Özellikle mandalarda bu atıkların yem programlarına dahil edilmesi yem maliyetlerini azaltabileceği gibi tarımsal atıkların değerlendirilmesine de katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Alternatif kaba yem, Domates serası budama atıkları, İnek, *In vitro* sindirilebilirlik, Manda

ABSTRACT

Assessment of *in vitro* Rumen Degradability of Tomato Greenhouse Pruning Residues in Buffalo and Cattle

This study evaluates the *in vitro* rumen degradability features of tomato greenhouse pruning residues in buffaloes and cows. The rising greenhouse production has prompted an examination of tomato pruning debris as a potential alternative roughage source for animal feed. Consequently, both the mitigation of economic losses and the promotion of environmental sustainability have been pursued. The study analysed tomato greenhouse pruning waste chemically, determining the following contents: dry matter (DM; 91.68%), crude protein (CP; 15.60%), ash (A; 17.80%), crude fat (CF; 3.77%), and neutral detergent fibre (NDF; 48.22%). The ruminal digestibility parameters of the substance were assessed utilising the Ankom DaisyII *in vitro* incubation system. *In vitro* digestibility assessments utilising buffalo and cow rumen fluids evaluated the digestibility parameters. The results indicated that the pruning wastes from the tomato greenhouse exhibited high dry matter and appropriate fibre content, while the levels of crude protein and crude fat were deemed acceptable. The *in vitro* digestibility data indicated that buffaloes had a statistically significant superior efficiency in digesting crude protein and crude fat compared to cows, with values of 31.58% and 25.25% ($p < 0.01$) for crude protein, and 23.41% and 14.33% ($p < 0.05$) for crude fat, respectively. In conclusion, tomato greenhouse pruning residues can serve as an alternative source of roughage in ruminant nutrition. Particularly in buffaloes, integrating these waste materials into feeding regimens might diminish feed expenses and facilitate the utilisation of agricultural byproducts.

KEYWORDS: Alternative roughage, Buffalo, Cow, *in vitro* digestibility, Tomato greenhouse pruning residues.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez sürecim boyunca bilgi, emek ve sabrını asla esirgemeyen, akademik olduğu kadar hayat tecrübeleri ile de bana desteğini sunan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ümit ÖZÇINAR' a teşekkürü bir borç bilirim. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı hocalarım Prof. Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL, Prof. Dr. İsmail BAYRAM, Doç. Dr. Cangir UYARLAR ve tez sürecimin başından itibaren yanımda olan hem arkadaşlığını hem de akademik bilgisini benden esirgemeyen, istatistiksel analizler konusunda da yardıma koşan Arş. Gör. Muhammet Emre ORMAN' a gönülden teşekkür ederim.

Çalışmamın 23.SAĞ.BİL.20 No ile proje olarak desteklenmesini sağlayan Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Proje Araştırmaları Koordinasyon Birimine (BAPK) katkılarından dolayı teşekkür ederim. Çalışmanın gerçekleştirildiği AKÜ Veteriner Fakültesi Eğitim ve Araştırma Çiftliği personellerine yardımları için teşekkür ederim.

Eğitim öğretim hayatım ve tez sürecim boyunca güvenle sığındığım limanım olan, maddi ve manevi tüm desteklerini her daim üzerimde hissettiğim annem Fatma KARATOSUN, babam İsmail KARATOSUN ve dedem İsmail KARATOSUN'a gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Sümevra KARATOSUN

Afyonkarahisar

2025

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
1.1. Dünyada ve Türkiye’de Büyükbaş Hayvancılığın Durumu	2
1.2. Kaba Yemler ve Ruminant Beslemedeki Önemi	5
1.3. Alternatif Kaba Yem Kaynakları	6
1.4. Domates Bitkisi	7
1.4.1. Domatesin Örtü Altı Tarımdaki Yeri ve Atık Yönetimi	15
1.4.2. Domates Artıklarının Hayvan Beslemede Kullanımı.....	18
1.5. Ruminantların Sindirim Sistemi Anatomisi ve Fizyolojisi.....	19
1.5.1. Manda ve İneklerin Sindirim Sistemi Anatomisi ve Fizyolojisi	21
1.5.2.Ruminantlarda Karbonhidrat Sindirim.....	22
1.5.3.Ruminantlarda Protein Sindirim	23
1.6. Kaba Yemlerin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	24
1.6.2. <i>İn-Situ</i> Yöntemler.....	25
1.6.3. <i>İn-Vitro</i> Yöntemler	26
1.6.3.1. Daisy ^{II} İnkübatör Yöntemi	27
2. MATERYAL VE METOT	29
2.1. Materyal.....	29
2.1.1. Hayvan Materyali.....	29
2.1.2. Yem Materyali.....	30
2.1.3. Numune keseleri	31
2.2. Metot.....	32
2.2.1. Numunelerin hazırlanması	32
2.2.2. İn vitro sindirilebilirlik için inokulum hazırlanması	32
2.2.3. Tampon çözeltilerin hazırlanması	33
2.2.4. Sindirim denemesinin başlatılması	34
2.2.5. Keselerin inkübatörden çıkarılması ve kimyasal analizler	34

2.2.6. Besin maddesi sindirilebilirliklerinin hesaplanması	35
2.2.7. İstatistik analizler	35
3. BULGULAR.....	36
4. TARTIŞMA.....	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
6. KAYNAKLAR.....	45
7. EKLER.....	55
7.1. Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı	55
8. ÖZGEÇMİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%: Yüzde

µm: Mikrometre

ADF: Asit Deterjan Fiber

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

C: Boş kese düzeltme faktörü

CA: Canlı Ağırlık

CaCl₂H₂O: Kalsiyum Klorür Dehidrat

cm: Santimetre

cm²: Santimetrekare

CO₂: Karbondioksit

FAO: Food and Agriculture Organization

FDBA: Fermente Domates Budama Artıkları

g: Gram

HK: Ham Kül

HP: Ham Protein

HY: Ham Yağ

HCl: Hidroklorik Asit

IU: International Unit

IVGS: İn Vitro Gerçek Sindirilebilirlik

Kg: Kilogram

KH₂PO₄: Monopotasyum Fosfat

KM: Kuru madde

mg: Miligram

MgSO₄7H₂O: Magnezyumsülfat Heptahidrat

mm: Milimetre

Na₂CO₃ : Sodyum Karbonat

Na₂S.9H₂O: Sodyum Sülfat

NaCl: Sodyum Klorür

NDF: Nötral Deterjan Fiber

°C: Santigrat derece

pH: Asit Baz Değeri

RUP: Rumen Bypass Protein

RDP: Rumende Yıkılabilir Protein

SCFA: Kısa Zincirli Yağ Asitleri

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UYA: Uçucu Yağ Asitleri

vb.: Ve Benzeri

vd.: Ve Diğerleri

W1: Kese ağırlığı

W2: Numune ağırlığı

W3: NDF analizleri sonunda elde edilen kese ağırlığı

β : Beta

ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 1.1: Ülkemizde bulunan hayvan varlığı (%)	3
Şekil 1.2: Likopen ve β -karotenin oluşum sürecine ait şematik çizim	13
Şekil 1.3: Tomatinin kimyasal yapısı	15
Şekil 1.4: Ruminantların rumen, retikulum, omasum ve abomasumunun sindirim akışı	20
Şekil 1.5: Sindirim katsayılarının hesaplanmasında kullanılan genel formül	25



ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
Çizelge 1.1: Önceki yıla göre büyükbaş hayvan varlığındaki değişim	3
Çizelge 1.2: Sığır ve mandalardan elde edilen kırmızı et miktarının (ton) yıllara göre değişimi	4
Çizelge 1.3: Sığır ve mandalardan elde edilen çiğ süt miktarının (ton) yıllara göre değişimi	5
Çizelge 1.4: Yıllara göre domates üretim miktarı	9
Çizelge 1.5: Domatesin kuru maddesinde bulunan bileşenler	11
Çizelge 1.6: Domatesin içeriğinde bulunan biyoaktif bileşenler	12
Çizelge 1.7: Türkiye örtü altı sebze ve meyve üretim miktarları (ton)	16
Çizelge 2.1: Rasyonun içeriği	30
Çizelge 2.2: Rasyonun kimyasal kompozisyonu	30
Çizelge 2.3: Fermente domates budama artıklarına ait besin değerleri	31
Çizelge 2.4: Tampon Çözelti A	33
Çizelge 2.5: Tampon Çözelti B	34
Çizelge 3.1. Manda ve İneklerde Domates Serası Budama Artıklarının İn Vitro Rumen Yıkımlanabilirlik Değerlerinin Karşılaştırılması (Daisy ^{II} İnkübatör Sonuçları)	37

RESİMLER DİZİNİ

	SAYFA
Resim 1.1: Domates meyvesinin olgunlaşma evreleri	10
Resim 1.2: Daisy İnkübatör (Ankom Teknoloji Şirketi, New York, NY, USA)	28
Resim 2.1: Sabit rumen kanüllü İsviçre Esmeri inek	29
Resim 2.2: Pelet yem formuna getirilmiş fermente domates budama artıkları	31
Resim 2.3: Rumen sıvısı alma işlemi	33



1.GİRİŞ

Tarımsal üretimin önemli bir parçası olan hayvancılık sektörü, gelişmişlik düzeyinden bağımsız olarak tüm ülkeler için büyük bir öneme sahiptir. Elde edilen hayvansal ürünler ise toplumun dengeli ve sağlıklı beslenmesinde, farklı sanayi kolları için hammadde sağlanmasında ve ihracat gelirlerinin artmasında kritik rol oynamaktadır (Semerci ve Çelik, 2016).

Hayvansal ürünlerde kalite standardının artırılması için ise hayvancılığın gelişmesi gerekmektedir. Bunun için de çiftlik hayvanları bol ve kaliteli kaba yemlerle beslenmelidir (Cesur, 2010). Ruminantların beslenme fizyolojisine uygunluğu ile bilinen kaba yemler diğer hayvan türlerinde etkin bir şekilde kullanılamamaktadır. Ülkemizde kaba yem ihtiyacı; çayır ve meralardan, yem bitkisi yetiştiriciliğinden ve yetiştirilen yem bitkilerinin silaj şeklinde hazırlanmasıyla karşılanmaktadır. Ancak son dönemlerde ülkemizin yeterince yağış almaması, meraların düzensiz ve aşırı otlatılması ve şehirleşme gibi faktörlere bağlı olarak kaliteli kaba yem üretiminde önemli düzeyde azalma yaşanmaktadır (Karakuş, 2018).

Öte yandan insan nüfusundaki artışa bağlı olarak gıdaya olan talebin artması, çevre kirliliği ve hızlanan iklim değişiklikleri ruminantlara bağlı gıda üretimindeki sorunlar arasında yer almaktadır. İnsan tüketimine uygun olan gıdaların hayvan beslemede kullanımı gıda-yem rekabetine neden olmaktadır (Halmemies-Beauchet-Filleau vd., 2018). Aynı zamanda hayvan beslemesinde kullanılan yemlerin maliyeti çiftlik giderlerinin %85' ini oluşturur. Hayvancılık faaliyetlerinin daha verimli hale getirilmeye çalışıldığı günümüzde uygun besleme ve beslenme stratejileri önem arz etmektedir. Bu bağlamda çiftlik hayvanlarının rasyonlarında alternatif yem maddelerinin kullanımı birçok soruna seçenek sunmanın yanında üretim artıklarının geri dönüşümüne de olanak sağlar (Luciano vd., 2020).

Alternatif yem maddelerine olan yönelim; daha önceleri hayvan yemi olarak kullanılmayan tarım ve sanayi ürünlerinin hayvan beslemede yaygın olarak kullanılmasına sebep olmuştur. Ülkemizde de bu ürünlerin bir bölümü kullanılmakta olup yem değeri belirlenmemiş veya hayvan beslemede kullanımı araştırılmamış tarımsal sanayi yan ürünleri de bulunmaktadır (Özdüven vd., 2005).

Ülkemizde yoğun olarak yapılan domates seracılığı faaliyeti sonucunda insan tüketimine uygun olmayan fazla miktarda bitki artığı açığa çıkmaktadır. Domates seracılığının en fazla yapıldığı ilimiz olan Antalya'nın, Kumluca bölgesinde yılda yaklaşık olarak 57 500 ton ve Antalya il genelinde ise 330 625 ton bitki artığının açığa çıktığı bildirilmiştir (Orman ve Kaplan, 2004).

Tez çalışmasının yapılmış olduğu Afyonkarahisar ili de sebze yetiştiriciliğine uygun iklim şartlarına sahip olmakla birlikte hem sanayilik hem de sofralık domates üretimine katkı sağlamaktadır (Sarıyer, 2011). Afyonkarahisar ili yoğun jeotermal kaynakların yer aldığı Ege Bölgesinde yer almakta ve bu durumda örtü altı tarımda önem kazanmasına neden olmaktadır (Duman vd., 2020).

Örtü altı tarım faaliyetlerinde jeotermal enerjinin de kullanımına bağlı olarak sera domatesi üretimi ve açığa çıkan domates artıklarının miktarı da her geçen gün artmaktadır. Domates serası budama artıklarının hayvan beslemede kaba yem alternatifi olarak kullanımının araştırılması ve yem değerliliğinin belirlenmesi bu noktada önem taşımaktadır.

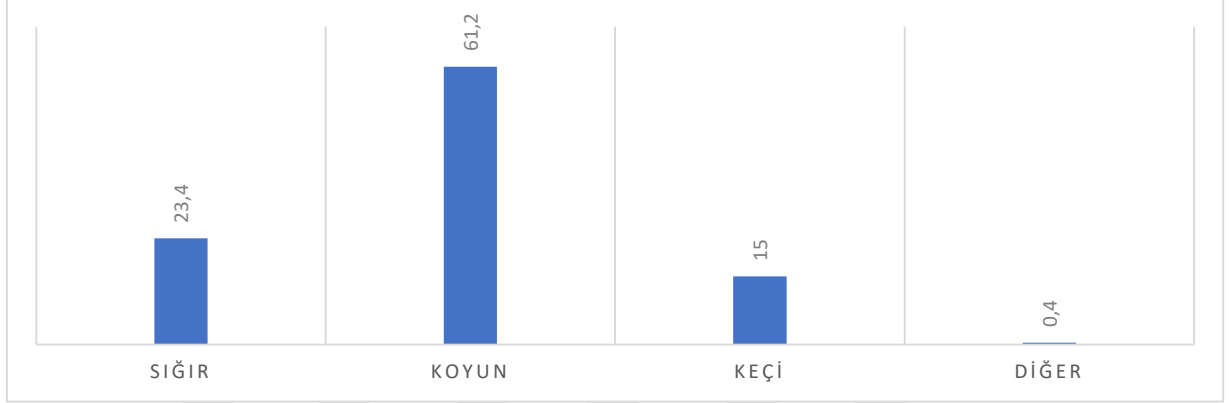
Yemlerin değerinin belirlenmesi için ise kimyasal analizler yapılmaktadır ancak bu analizler yemlerin gerçek değerliliği belirlemede yetersiz kalmaktadır. Yemin gerçek değerinin belirlenmesinde yemde bulunan besin maddelerinin hayvan tarafından değerlendirilme oranı önemlidir (Baran vd., 2017). Yem kalitesinin belirlenmesinde en önemli faktörlerden olan sindirilebilirliğin belirlenmesinde birçok yöntem geliştirilmiştir: *in vivo*, *in vitro* ve *in situ* (Karagöz, 2022). Sindirilebilirliğin belirlenmesinde en güvenilir kabul edilen *in vivo* yöntemler diğer yöntemler için referans oluşturmaktadır (Lopez, 2005). Ancak *in vivo* yöntemlerin pahalı ve zahmetli olması sebebiyle görece daha ucuz ve daha kısa zaman dilimi içerisinde sonuç alınmasını sağlayan *in vitro* yöntemler tercih edilmektedir (Canbolat, 2019).

Domates serası budama artıklarının kaba yem alternatifi olarak kullanımının uygunluğu ve kaba yem açığına bir katkısı olması adına önemlidir. Bu tez çalışmasında fermente domates serası budama artıklarının büyükbaş ruminant beslemede kullanımı incelenmiştir.

1.1. Dünyada ve Türkiye’de Büyükbaş Hayvancılığın Durumu

İnsanlığın varoluşundan bu yana ekonomik faaliyetler arasında önemli bir yere sahip olan hayvancılık; her geçen gün daha da artmakta olan insan nüfusunun dengeli ve yeterli beslenmesinde kilit rol oynamaktadır (Ergün ve Bayram, 2021). Hayvancılık faaliyetleri artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamakla birlikte ülkelerin ekonomisine de katkı sağlamaktadır. Farklı sanayi kollarına hammadde sağlanmasını, gizli işsizliğin önüne geçilmesini, işgücü istihdamını, bölgeler ve sektörler bazında dengeli bir kalkınma ve ihracatın arttırılmasını sağlayan hayvancılık, ülke ekonomimize pozitif etkiler yapmaktadır (Aydemir ve Pıçak, 2007).

Dünya genelinde 1 575 773 279 baş sığır bulunmaktadır. Brezilya, (238 626 442 baş) en fazla sığır varlığına sahip ülke konumunda olup bunu Hindistan, Amerika ve Çin takip etmektedir. Ülkemiz ise 16 421 256 baş sığır ile dünya genelinde 23. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2023). Ülkemizde bulunan toplam hayvan varlığı içerisinde sığır varlığı yüzde olarak Şekil 1.1’de verilmiştir (TÜİK, 2024a).



Şekil 1.1: Ülkemizde bulunan hayvan varlığı (%)

Ülkemizde bulunan büyükbaş hayvan varlığı içerisinde; %48,8 kültür, %45,6 kültür melezi, %5,6 yerli olmak üzere %99 oranında sığır ve %1 oranında da manda bulunmaktadır. Bir önceki yıla göre büyükbaş hayvan varlığındaki değişim Çizelge 1.1 de verilmiştir (TÜİK, 2024a).

Çizelge 1.1: Önceki yıla göre büyükbaş hayvan varlığındaki değişim

Tür	2023	2024	Değişim oranı (%)
Sığır	16 421 256	16 824 208	2,5
Manda	161 749	162 051	0,2

Günümüz dünyasında bir ülkenin gelişmişliği; ülkede tüketilen hayvansal ürün düzeyi, hayvansal üretim miktarı ve kırsal bölgedeki gelirler içerisinde hayvancılığın payıyla ölçülmektedir. Bu sebeple gelişmekte olan ülkeler de sosyal ve ekonomik faaliyetlerle birlikte hayvansal ürünlerin tüketimi de artmaktadır (Kan ve Direk, 2004).

Hayvansal ürünler doymuş yağlar başta olmak üzere yüksek miktarda protein ve yağ içerir. Özellikle esansiyel aminoasitler bakımından iyi dengelenmiş, yüksek kalitede ve kolay sindirilebilir protein kaynağı sağlar. Et ve süt ürünleri, kalsiyum, çinko ve demir gibi minerallerin yanı sıra B₁₂ vitamini açısından da değerli bir kaynaktır (Scanes, 2018).

Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, hayvansal faaliyetler içerisinde yer alan et üretiminde önemli bir paya sahiptir. Sığır besiciliği, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de kırmızı et üretiminde önemli bir kaynaktır. Yapılmakta olan besi faaliyetinin devamlılığının sağlanabilmesi için üreticinin kar elde ediyor olması gerekmektedir bu sebeple de sektörün gelişiminin sağlanacağı politikalar önem arz etmektedir (Er ve Özçelik, 2016).

Ülkemizde büyükbaş hayvan yetiştiriciliği kapsamında yetiştirilen sığır ve mandalardan elde edilen kırmızı et miktarlarının (ton) yıllara göre değişimi Çizelge 1.2. de verilmiştir (TÜİK, 2023a).

Çizelge 1.2: Sığır ve mandalardan elde edilen kırmızı et miktarının (ton) yıllara göre değişimi

Yıllar	Sığır	Manda
2020	1 341 446	8 424
2021	1 460 719	10 831
2022	1 572 747	13 586
2023	1 670 606	15 386

Gelişmiş ülkelerde süt ihtiyacının neredeyse tamamı sığırlardan sağlanmakta olup gelişmekte olan ülkelerde bu oran daha düşüktür. Gelişmekte olan ülkelerde hayvan sayısı daha fazla olmasına rağmen kalitesiz yem kullanımı, iklim, konsantre yemlerin kullanımının yaygın olmaması, genetik kapasite ve hastalıklar söz konusu olduğu için süt verimi daha az olmaktadır. Süt üretiminde sığırların tercih edilmesinin nedenleri ise; meme büyüklüğü, sağım kolaylığı ve süt verim potansiyelinin tatmin edici düzeylerde olmasıdır (FAO, 2023). Sığırlardan elde edilen süte ek olarak manda, keçi ve deve gibi hayvanlardan da süt sağlanmaktadır ve bunlar arasında önemli küresel katkıya sahip olan manda sütü; dünya süt üretiminin %15'ini oluşturmaktadır (Mejares vd., 2022). Toplam manda sütü üretiminin %91'inden fazlası Hindistan (%60) ve Pakistan'da (%31) gerçekleşmektedir. Manda sütünün içeriği zengin olup özellikle içindeki yağ sütün ana kısmını oluşturur ve yüksek enerji ve besin değeri sağlar. Sahip olduğu bu özelliklerden dolayı manda sütü, manda yetiştiriciliği yapılan ülkelerde önemli bir besin kaynağıdır (Ménard vd., 2010). Manda sütünün besin maddeleri açısından kompozisyonu ise; %82-83 su, %6-12 yağ, %4-5 protein, %4-5,5 laktoz ve %0,80 kül şeklindedir. İnek sütü ile karşılaştırıldığında manda sütünde daha fazla katı madde, yağ, protein ve kül bulunmaktadır. Buna ek olarak manda sütünde hem kazeinler hem de whey proteinler daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Sindhu ve Arora, 2011).

Ülkemizde yıllara göre sığır ve mandalardan elde edilen çiğ süt miktarı (ton) Çizelge 1.3. de verilmiştir (TÜİK, 2023b).

Çizelge 1.3: Sığır ve mandalardan elde edilen çiğ süt miktarının (ton) yıllara göre değişimi

Yıllar	Sığır	Manda
2020	21 749 342	63 767
2021	21 370 116	63 643
2022	19 912 135	43 589
2023	19 961 908	43 025

Ülkemizde bulunan doğal kaynaklar hayvancılık için oldukça elverişli olup hayvancılıkta uygulanan politikaların yanlış olmasından kaynaklı olarak sektörün gelişimi engellenmiş ve geriye gitmiştir. Bu durumun nihai sonucu olarak da hayvan sayısında azalma meydana gelirken, hayvansal ürünlerin fiyatı artmış ve ürünlerin tüketiminde mecburi bir azalma söz konusu olmuştur (Vural ve Fidan, 2007). Ekonomide meydana gelen dalgalanmalar da et fiyatlarını, yem fiyatlarını ve hayvancılık işletmeleri için temel maliyetlerden olan birçok faktörü etkilemekte ve sonuç olarak da hayvancılık sektöründe riskler ortaya çıkartmaktadır (Gökgöz ve Kayahan, 2021).

1.2. Kaba Yemler ve Ruminant Beslemedeki Önemi

Herbivor hayvanların rasyonlarının temel unsurlarından olan ve hayvancılığın en ucuz ve en önemli yem materyali olan kaba yemler düşük enerjiye sahip olup doğal şartlarda yetişebilmektedirler. Kaba yemler; bünyelerinde %14'ten az su ya da kuru maddede %16-18'den daha fazla ham selüloz bulundurlar (Özkan ve Demirbağ, 2016). Ruminant beslemede kullanılan kaba yemlerin temel işlevi hayvanların lif ihtiyacının karşılanmasıdır (Guo vd., 2022). Ruminantların sindirim fizyolojisi açısından da oldukça önemli olan kaba yemler aynı zamanda mekanik tokluk sağlama özelliği nedeniyle de ruminant besleme de önemli bir yere sahiptir (Özkan ve Demirbağ, 2016).

Kaba yemlerin yapısında bulunan selüloz insanlar ve diğer memeliler tarafından tam olarak sindirilememekte ve kaba yemin içeriğindeki besin maddeleri yalnızca ruminantlar tarafından insanların tüketebileceği ürünler şeklini almaktadır. Ruminantlarda bulunan rumen; mikroorganizmalar tarafından besin maddelerinin fermentasyonu ve sindiriminin gerçekleştiği

bölümdür. Sürekli fermentasyon yeteneğine sahip olan ruminantlar bu özellikleriyle monogastrik memelilerden ayrılmaktadırlar (Öztürk ve Gür, 2021).

Ruminantların sağlıklı bir şekilde beslenmesinde oldukça önemli rolü olan kaba yemler; bu hayvanların kendilerine özgü fizyolojik yapıları ve rumen mikroorganizmalarıyla olan mutualist ilişkileri sonucunda rumende fermente edilerek uçucu yağ asitlerine kadar parçalanmakta ve oluşan ürünler hayvanlar tarafından besin ögesi olarak emilmektedir (Guo vd., 2022).

Hayvanlardan elde edilen ürünlerde kalite standardının artırılması için hayvancılığın gelişmesi gerekmektedir. Bunun için de çiftlik hayvanları bol ve kaliteli kaba yemlerle beslenmelidir (Cesur, 2010). Kaliteli kaba yem ise çayır ve meralardan ve tarlalarda yetiştirilen yem bitkilerinden sağlanmaktadır (Yavuz vd., 2020). Fakat meraların kontrolsüz ve aşırı otlatılmasına bağlı olarak mera arazileri erozyona açık araziler halini almış, verimleri azalmış ve kaliteleri düşmüştür (Sürmen vd., 2008). Yem bitkisi olarak ise genellikle yonca, korunga, fiğ ve mısır hasılları kullanılmaktadır. Bu bitkilerin yetiştiriciliğinin geliştirilmesi çayır ve meralardan faydalanma oranında ve erozyon hızında azalma gibi olumlu sonuçlar doğuracaktır (Cesur, 2010).

Günümüzde tarım için ayrılmış olan arazilerin farklı amaçlar için kullanılmaya başlanması, kuraklık gibi iklimsel sorunların yaşanması ve su havzalarında meydana gelen kirlenmeler neticesinde temiz suya olan talebin artması gibi faktörlere bağlı olarak kaba yem üretiminde düşüş yaşanmaktadır. Bu durum da ülkemizde kaliteli kaba yem açığı sorununu ortaya çıkarmakta ve yetiştiriciler bu açığı tahıl samanlarıyla kapatmaya çalışmaktadır (Yavuz vd., 2020).

Küresel ısınmaya bağlı yaşanan iklim değişiklikleri kaliteli kaba yem üretimini olumsuz etkilemektedir. Buna bağlı olarak Türkiye ve Güney Avrupa gibi Akdeniz çevresinde toprakları bulunan ülkelerde hasat ve otlatma için kullanılan yem materyallerinin kalite ve miktarında azalma meydana gelmiştir. Kaba yem üretiminde yaşanan azalma ve çevre sorunları ise alternatif kaba yem kaynaklarının kullanımını gündeme getirmektedir (Kara vd., 2018).

1.3. Alternatif Kaba Yem Kaynakları

Günümüzde ruminantlara dayalı gıda üretimi çeşitli ve küresel sorunlarla karşı karşıyadır. İnsan nüfusuna bağlı olarak gıda talebinde meydana gelen artış ile birlikte çevre kirliliği ve hızlanan iklim değişiklikleri bu sorunlar arasında yer almaktadır. İnsan tüketimine uygun olan ürünlerin

hayvan yetiştiriciliğinde kullanımı ve tarım için ayrılmış olan arazilerin doğrudan insan gıdası üretmek yerine hayvan yemi üretimi için kullanılması gıda-yem rekabetine neden olmaktadır. Bu nedenle insanların ve monogastrik hayvanların beslenmesine uygun olmayan yem maddelerinin kullanımı gündeme gelmektedir (Halmemies-Beauchet-Filleau vd., 2018).

Ülkemizde ise mevcut hayvan varlığına yetecek kadar kaliteli kaba yem üretimi gerçekleştirilememekte ve bu da kaba yem açığına sebep olmaktadır (Alçiçek vd., 2010). Üretilen yem bitkileri ve çayır-mera arazileriyle bu açığın kapatılması ise mümkün görülmemektedir. Bu durumda alternatif kaba yem kaynaklarının rasyonlara eklenmesi önem kazanmaktadır. Alternatif yem maddesi olarak kullanılabilecek olan bazı bitkiler yapılarında sekonder metabolitlerden olan fenolikler, flavonoidler, kondanse tanen, vb. bileşikler bulundurulur ve bu bileşikler rumen sağlığı ve hayvandan alınan verimin artırılmasında oldukça önemlidir (Gülümser vd., 2022).

Ülkemizde kaba yem kaynağı olarak genellikle baklagil ve buğdaygil yem bitkileri, tahıl tarımından sağlanan sap ve samanlar kullanılmaktadır (Kara ve Yüksel, 2014). Gelişmiş ülkelerde alternatif kaba yem kaynaklarının kullanımı yaygındır. Ülkemizde de kaba yeme alternatif olabilecek çok sayıda yem seçeneği bulunmaktadır. Bu alternatifler kaliteli, ucuz ve ruminant fizyolojisine de uyumludur. Rasyonlara bu yem materyallerinin eklenmesi kesif yem kullanımını büyük ölçüde azaltmakta ve ekonomik bir yetiştiricilik yapılmasına olanak sağlamaktadır. Ülkemizde endüstriyel yan atıklar olarak tanımlanan pirina, elma posası ve silajı, narenciye posası ve silajı, domates posası ve silajı gibi ürünler alternatif kaba yem kaynağı olarak kullanılmaktadır (Gemalmaz ve Bilal, 2016).

1.4. Domates Bitkisi

Sebzeler, çiğ veya pişmiş olarak tüketilebilen, otsu bitkiler ya da bitki kısımları olarak tanımlanmaktadır. Çoğunlukla yıllık ve çok yıllık olmak üzere, yenilebilir yaprakları, gövdeleri, çiçek tomurcukları, çiçekleri, meyveleri ve kökleri için yetiştirilen bitkiler sebze mahsulleri olarak adlandırılır (Gopalakrishnan, 2007).

Türkiye’de sebze yetiştiriciliği yurtiçinde pazar talebinin karşılanması, ihracata katkı ve farklı sanayi kollarına hammadde sağlanması amacıyla yapılmaktadır (Güvenç, 2019). Ülkemizde 2024 yılında bir önceki yıla göre %5,6 oranında bir artış yaşanarak yaklaşık 33,6 milyon ton sebze üretimi gerçekleşmiştir. Yetiştiriciliği yapılan sebzeler; yumru ve kökler, meyvesi için yetiştirilenler, yaprağı yenilenler, baklagil sebzeleri, sınıflandırılmamış diğer sebzeler ve mantarlar olarak gruplandırılmaktadır. Meyvesi için yetiştirilen sebzeler ise %80’lik bir payla

üretimi en çok yapılan grup olarak yer almaktadır (TÜİK, 2024b). Bu kategoride yetiştirilen ürünler arasında ise domates, salatalık ve kabak bulunmaktadır (Pennington ve Fisher, 2009). Ülkemizde meyvesi için yetiştirilen sebzeler içinde %43,5'lik bir oranla üretimi en fazla yapılan ürün domatestir (TÜİK, 2024b).

Kısa büyüme süresi, yetiştirilme şartlarının kolay olması, meyvede yüksek miktarda tohum bulunması ve yüksek tüketici talebi nedeniyle domates bitkisi tercih edilen bir tarım ürünü olmaya devam etmektedir. (Gopalakrishnan, 2007). Domates (*Solanum lycopersicum*); patates, patlıcan, petunya, tütün ve biber gibi ekonomik öneme sahip birçok bitkiyi içeren 3000'den fazla türü barındıran Solanaceae familyasına aittir (Weese ve Bohs, 2007). Solanaceae familyasında yer alan *Salonum* cinsi, 1250 ila 1700 türü bünyesinde barındırır ve bu familyada en çok türe sahip olan cinstir. Morfolojik ve ekolojik anlamda çeşitliliğe sahip olan *Salonum* cinsine ait türler, tüm ılıman ve tropikal kıtalarda bulunmaktadır (Bergougnoux, 2014).

Ülkelerin geleneksel yemeklerinde yer alarak kültürlerine entegre olan domates, taze olarak salata ve sandviçlerde; işlenmiş şekilde salça, sos, konserve, çorba ve meyve suyu formunda ve aynı zamanda kurutulmuş olarak tüketilebilmektedir (Beckles, 2012).

Domatese ilişkin ilk bilgiler 16. yüzyıl bitki uzmanlarının yazılarına dayanmaktadır ancak bu bilgiler oldukça kısa olmakla birlikte yalnızca bitkinin Avrupa'ya yeni getirildiğini belirtmektedir (Jenkins, 1948). Anavatanı Orta ve Güney Amerika olan domatesin tarımı ilk olarak Peru kıyılarında yapılmaya başlanmıştır (Çulal Kılıç vd., 2017). Güney Amerika'da bulunan yerlilerin kullanmış olduğu xitomate/zitotomate sözcüğü zaman içerisinde domates sözcüğüne evrilmiştir (Güvenç, 2019). Domates 16. yüzyılın ortalarında İspanya ve Portekiz yoluyla anavatanından Avrupa'ya getirilmiştir. Uzun yıllar meyvelerinin yenilemeyeceği düşünüldüğü için süs bitkisi olarak yetiştirilmiştir (Shcherban, 2019). Türkiye'ye gelişi 1770'ler olarak öngörülen domates ilk olarak Akdeniz Bölgesi'ne oradan İstanbul ve Marmara Bölgesi'ne ardından da tüm bölgelerimize yayılmıştır (Abak, 2016). Ülkemizde domates yetiştiriciliği yalnızca Karadeniz Bölgesi'nin çok yağış alan bölümlerinde yapılamamaktadır (Duman, 2016).

Domates yetiştiriciliği için gerekli olan iklim şartlarının ülkemizde uygun olması, domatese dayalı sanayinin 1970'lerde hızla gelişmiş olması bu sebzenin yetiştiriciliğine olan yönelmeyi hızlandırmıştır (Canpolat, 2016). FAOSTAT (2023), verilerine göre Türkiye domates üretiminde 13 milyon 300 bin ton ürünle en çok üretim yapan ülkeler arasında 4. sırada yer almıştır. Ülkemizin yıllara göre domates üretim miktarı Çizelge 1.4.'de (TÜİK, 2024b)

verilmiştir. Üretilen domatesin %20-%30'u gıda sanayi sektöründe kullanılırken geriye kalan %70-%80'lik kısım taze olarak tüketilmektedir (Gül vd., 2020).

Çizelge 1.4: Yıllara göre domates üretim miktarı

Yıllar	Üretim (ton)
2021	13 095 258
2022	13 000 000
2023	13 300 000
2024	14 617 000

Domates bitkisi $2n=24$ kromozoma sahip olan gerçek bir diploiddir (Gopalakrishnan, 2007). Botanik özellikleri bakımından ele alındığında kök, gövde, yaprak, çiçek ve meyve olmak üzere 5 ana bölüm olarak incelenmektedir. Domates tohumları çimlendirildiğinde ilk olarak kazık kök yapısına sahip olmaktadır. Yan köklerin oluşması ise bitkinin büyümesinin devam ettiği süreçte meydana gelmektedir (Karaköy, 2023). Kazık köklerde aşağı yöne gelişim gözlenmekle birlikte yan köklerde gelişim yana ve hafif aşağı meyilli şekilde olmaktadır. Yan kökler belirli bir büyüme süreci sonunda saçak kök yapısına evrilir (Peralta vd., 2008). Bitkinin gövdesi ilk gelişim sırasında otsu bir forma sahip olmakla birlikte bitki yaşlandıkça yarı odunsu özellik kazanır. Gövde köşeli ve tüylerle kaplıdır, bitki yaşlandıkça gövdenin içi boşalır (İnt. Kyn. 1). Gövde üzerindeki boğumlardan yapraklar gelişir. Boğumlar arasında 1-3 yaprak yer alabilir ve her yaprağın koltuk kısmında lateral tomurcuk bulunur. Lateral tomurcukların gelişmesiyle koltuk sürgünleri meydana gelmektedir. Bitki yaprağı bileşik özelliktedir ve yaprağı meydana getiren lobların ve rozet yapraklarının şekli, dilimlilik ve dişilik özellikleri domates türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Gözenekli bir yapıya sahip olan domates yaprağının 1 cm^2 'sinin üst epidermisinde 1200, alt epidermisinde ise 13000 adet stoma yer almaktadır (İnt. Kyn. 1: İnt. Kyn. 2).

Çiçeklenmenin gerçekleşebilmesi için sürgün uçlarının büyümesi ve yassılaşması gereklidir. Sürgün uçlarında salkım şeklinde gözlemlenen çiçeklerden ilki en uç noktada oluşur. Salkımlar basit ve bileşik olarak ikiye ayrılır ve basit salkımda 7-12 adet çiçek bulunurken bileşik salkımda ise bu sayı 300 civarında olmaktadır. Çiçek de erkek ve dişi organlar bir arada bulunmakta ve hermafrodit özellik göstermektedir (Anonim, 2008).

Domates meyveleri şekil, tüylenme ve renk açısından değişkenlik gösteren etli meyvelerdir (Peralta ve Spooner, 2005). Botanik olarak üzüksü meyveler kategorisinde yer alan domates meyvesi ilk oluşum döneminde yeşil renklidir ve bünyesinde toksik bir alkaloid olan solanin barındırır (Karaköy, 2023). Solanin ayrıca patates bitkisinin genç sürgünlerinde ve direkt güneş ışığına maruz kalan ve filizlenmiş yumrulara da bulunur (Waugh, 1906). Filizlenme oranı arttıkça solanin miktarında da artış yaşanır. Glikoalkaloidlerden olan solanin, sığırlar için oldukça zehirli bir metabolittir (Gürsoy, 2022). Olgunlaşma sürecinde birkaç evre geçiren meyve ilk olarak kırmızı lekelenme evresini daha sonra pembe olum evresini geçirir ve bu dönemde domates pembeleşir. Kırmızı olum evresinde ise meyve kırmızılaşır ve tamamı olgunlaşır (Karaköy, 2023). Domates meyvesinin olgunlaşma evreleri Resim 1.1.'de gösterilmiştir (Skolik vd., 2019).



Resim 1.1: Domates meyvesinin olgunlaşma evreleri. (Skolik vd., 2019).

Son yıllarda tüketiciler gıdaların; sağlık açısından yararları, çeşitli kronik hastalıkların ve işlev bozukluklarının önlenmesi konusundaki etkin rolleri hakkında daha fazla bilgiye sahip olmuştur. Bu ihtiyaçları karşılama konusunda çok sayıda gıda takviyesi üretimi yapılsa da geleneksel gıdalar olarak tanımlanan meyve ve sebzelerin tüketiminin bu amaç için daha etkili olduğu belirtilmektedir (Quinet vd., 2019).

Domatesin meyveleri vitamin, mineral ve antioksidanlar da dahil olmak üzere sağlık açısından yararlı etkileri olduğu bilinen bileşenlerin önemli bir kaynağıdır (Raiola vd., 2014). Domatesin içeriğinde yer alan besin maddelerinin kompozisyonu ise; %93-95 oranında su, %5-7 oranında inorganik bileşikler, karotenoidler, lipitler, başta malik ve sitrik asit olmak üzere organik asitler ve protein, selüloz, pektin ve polisakkaritler gibi alkolde çözünemeyen katı bileşenler şeklindedir (Durmuş vd., 2018). Domatesin kuru madde besin bileşenleri Çizelge 1.5.'de verilmiştir (Petro-Turza, 1986).

Çizelge 1.5: Domatesin kuru maddesinde bulunan bileşenler

Besin Bileşeni	%	Besin Bileşeni	%
Fruktoz	25	Selüloz	6
Glukoz	22	Hemiselüloz	4
Sakkaroz	1	Mineraller	8
Sitrik asit	9	Lipitler	2
Malik asit	4	Askorbik asit	0,5
Protein	8	Pigmentler	0,4
Dikarboksilik amino asitler	2	Pektinler	7
Diğer amino asitler, vitaminler ve polifenoller	1	Uçucu bileşikler	0,1

Domates meyveleri, insan beslenmesinde elzem olan besin maddeleri bakımından yeterli olmasa da yüksek miktarda potasyum, A ve C vitamini kaynağıdır. Olgunlaşmış kırmızı bir domates, 100 g'ında ortalama olarak 1000 IU vitamin A ve 20-25 mg vitamin C ihtiva eder (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). İçeriğinde bulunan esansiyel amino asitler, soya proteinleriyle benzerlik göstermekte olup bu da domatesin iyi kalitede protein içerdiğini göstermektedir (Friedman, 2002). Kalori içeriğinin sınırlı olması, tatmin edici lif oranı, flavonoidler gibi mineraller ve fenoller sağlaması sebebiyle sunduğu fizyolojik yararlarından dolayı domates, fonksiyonel gıda olarak tanımlanmaktadır (Dorais vd., 2008).

Domatesin içeriğinde bulunan karotenoidler, flavonoidler, likopen ve beta-karoten gibi antioksidanların sağlık üzerine olumlu etkileri vardır (Sahlin vd., 2004). Çizelge 1.6.'da domatesin içeriğinde bulunan biyoaktif bileşenler gösterilmiştir (Raiola vd., 2014).

Pigmentli bileşikler ailesinde yer alan karotenoidler, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenir fakat hayvanlar tarafından sentezlenemez. İnsan diyetinde karotenoidlerin başlıca kaynaklarını meyveler ve sebzeler oluşturmaktadır. Meyve ve sebzelerin sarı, turuncu ve kırmızı renkli olmasından sorumlu olan karotenoidler, meyve ve sebzelerin mikro bileşeni olarak tanımlanmaktadır. (Rao ve Rao, 2007).

Çizelge 1.6: Domatesin içeriğinde bulunan biyoaktif bileşenler

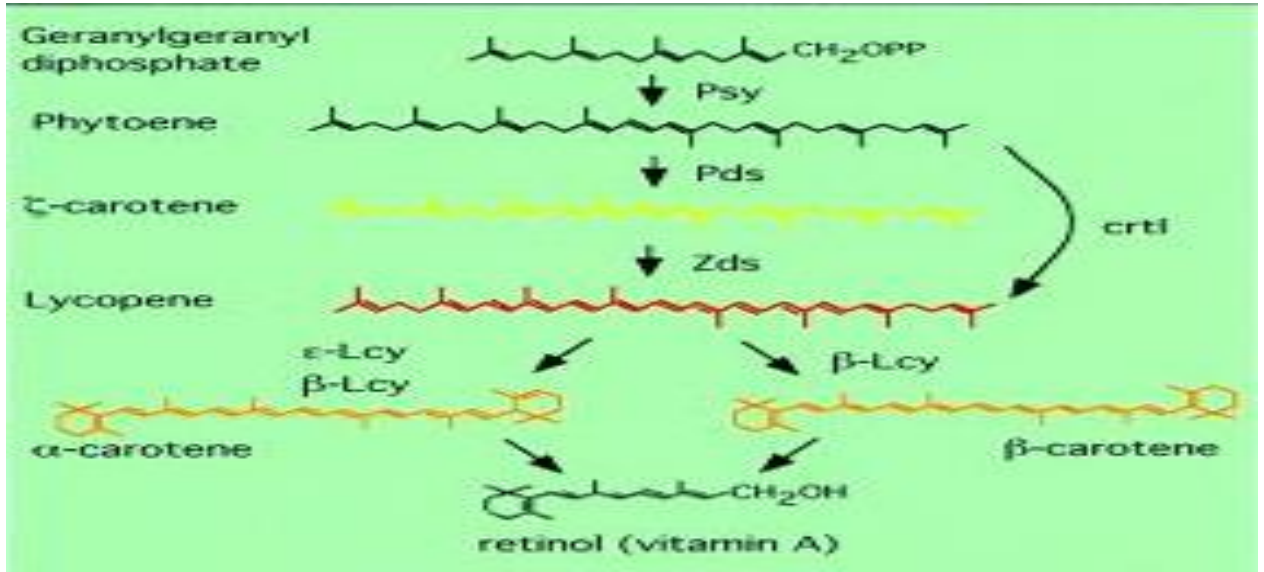
Sınıf	Bileşenler
Karotenoidler	Likopen
	Beta-Karoten
	Lutein
Vitaminler	E vitamini
	C vitamini
	Folik asit
Fenolik Bileşikler	Flavonoidler
	Fenolik asitler
	Tannik asitler

Bitkiler aleminde tanımlanmış olan 600’den fazla karotenoid bulunur. Normal bir insanın diyetinde ise bu karotenoidlerden yalnızca 40 tanesi yer alır (Gerster, 1997). Bununla birlikte sindirim sisteminin seçici alımına bağlı olarak insan kan ve dokularında karotenoidlerin sadece 25 tanesi bulunabilir. Taze olarak ya da işlenmiş olarak tüketilen domates ile bu sayının 9-20’sini sağlamak mümkündür. Domateste bulunan başlıca karotenoidler ise; likopen, alfa ve beta-karoten, lutein, beta-kriptosantin ve zeaksantin şeklinde sıralanabilir (Dorais vd., 2008).

İnsan serumundaki karotenoidlerin yaklaşık %50’sini likopen oluşturur ve tamamının diyet yoluyla alınması gereklidir (Visioli vd., 2003). Likopen, domateste bulunan güçlü bir antioksidandır ve insan sağlığı üzerine pozitif etkileri mevcuttur (Fish vd., 2002). Kırmızı, olgun bir domatesin karotenoid içeriğinin %80-90’ını likopen oluşturur (Dorais vd., 2008).

Likopen, doğrusal bir yapı gösterir ve bulunduğu bitkilerde geranil geranil difosfatla başlayan bir yolak sayesinde sentezlenir. β -karotenin de dahil olduğu çoğu siklik karotenoidin biyosentetik öncüsü olarak görev alır. Likopen beta siklaz enziminin, beta-iyonon halkasına dahil olması sonucu likopen, β -karoten halini alır. β -karoten ise diğer beta-iyonon halkaları içeren karotenoidlerle birlikte A vitamininin öncü maddesidir. Likopen ve β -karotenin oluşum sürecine ait şematik çizim Şekil 1.2.’de gösterilmiştir (Rosati vd., 2000).

Domatesin içeriğinde bulunan şekerler, serbest amino asitler, organik asitler ve tuzlar domatesin lezzetine etki eden başlıca bileşenlerdir. Şekerler ve organik asitlerin kombinasyonu ise domatesin karakteristik tatlı-ekşi tadının oluşmasını sağlar (Yılmaz, 2001).



Şekil 1.2: Likopen ve β -karotenin oluşum sürecine ait şematik çizim. (Rosati vd., 2000). (Psy: Fitoten Sentaz; Pds: Fitoten Desaturaz; Zds: Zeta-Karoten Desaturaz; CrtI: Karotenoid İzomerez; β -Lcy: Likopen Beta siklaz; ϵ -Lcy: Likopen Epsilon siklaz)

Domatesin düzenli tüketimi kalp damar hastalıklarından olan koroner kalp yetmezliği, kanser, iltihap oluşumu, hipertansiyon, diyabet ve obezite gibi kronik bulaşıcı olmayan hastalıkların görülme riskinin azalmasını sağlar (Raiola vd., 2014). Aynı zamanda domates ve ürünlerinin tüketimi, kolon ve mide kanseri gelişme riskini azaltırken içeriğinde bulunan karotenoidlerin en yaygın görülen şekli olan likopen prostat kanseri riskini azaltmaktadır (Sainju vd., 2003).

İklim koşulları, ışık, sıcaklık, toprağın yapısı, gübreleme, sulama, meyvenin mevcut olgunluk dönemi ve yetiştiricilik yapılırken uygulanan diğer işlemler domatesin içeriğinde yer alan bileşenlerin miktarını etkileyen önemli faktörlerdir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014).

Ilıman ve tropikal iklim bitkisi olan domates, 20° C ile 35° C aralığındaki sıcaklıklarda yüksek verim ve sağlıklı gelişim gösterir (Patanè, 2011). Toprak isteği konusunda seçici bir bitki olmayan domates, organik madde miktarı %2'nin üzerinde olan tarlalarda ve %4'ün üzerinde olan sera arazilerinde yetiştirilebilir. Toprak yapısı ağır killi olduğunda, bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direnci, yeni sürgün, çiçek ve meyve oluşumu yüksek olmakta ve bu da bitkinin verimini artırmaktadır. Toprağın su tutma kapasitesi de aynı şekilde bitkinin gelişimini ve verimini pozitif yönde etkilemektedir (Özdoğan ve Seferoğlu, 2015).

Bitkiler, klorofillerin oluşması, fotosentez, bitkinin ana bölümlerinden olan sürgün, yaprak, çiçek ve meyvenin oluşabilmesi ve inorganik maddelerin organik maddelere dönüşümünü sağlayabilmek için ışığa gereksinim duymaktadırlar. Domates bitkisinin yeterince ışık alamadığı durumlarda; ince gövde yapısı, salkımlarda ve köklerde zayıflık ve çiçek sayısında

azalma gibi sorunlar meydana gelir (Köksal vd., 2013). Optimal ışık miktarı olan 10.000 lüks, bitkinin büyüme ve gelişiminde olumlu etkiler gösterir (Karaköy, 2023).

Domates bitkisi büyüme süreci boyunca sulamaya karşı oldukça duyarlıdır. Eğer ki yeterli sulama yapılmazsa gelişmede gerileme görülür ve verim azalır. Bitkinin topraktaki nem düzeyine en duyarlı olduğu dönemler; çimlenme ve topraktan çıkış, dikimi takip eden ilk gelişme dönemi, çiçeklenme ve meyvelerinin olgunlaşma zamanıdır (Yazgan ve Demirtaş, 2005). Bölgenin sıcaklık ortalamaları, bitkinin mevcut gelişme dönemi ve gün uzunluğu gibi kriterlere bağlı olarak sulama 6 günde bir yapılır. Sıcaklığın arttığı zamanlarda ise sulama sıklığı 3 günde bir olacak şekilde ayarlanabilmektedir (Tarı ve Sapmaz, 2017). Görüldüğü üzere domates suya fazlaca ihtiyaç duyan sebzelerdendir ve bu nedenle su tasarrufunu sağlayan sulama sistemlerinin kullanılması elzemdir (Patanè, 2011). Sulama genellikle damla sulama şeklinde yapılmakta olup gübreleme işlemi de sulama esnasında yapılmaktadır. Bitkinin kök boğazının gevşetilmesi ve boğaz doldurma işlemlerinin bu aşamada yapılması gübrenin toprağa nüfuz etmesini ve topraktaki nemin korunmasını sağlar (Durmuş ve Semerci, 2023).

Bitkiye uygulanan bir diğer işlem ise budama işlemidir. Budama, bitkinin yeşil kalma süresini uzatırken; bitkinin ışıktan maksimum verimde yararlanmasını ve bitkinin etrafında hava sirkülasyonunun da gerçekleşmesini sağlar. Bu sebeple birkaç kez budama işlemi yapılmaktadır ve bunlardan ilki koltuk sürgünlerinin budanması işlemidir. İkinci yapılan budama ise yapraklara uygulanır burada amaç salkımların etrafındaki yaprakları yok ederek bitkinin meyvesinin daha iyi kızarmasının sağlanmasıdır. Salkım ve tepe budaması ise son yapılan işlemdir ve yetiştiriciliğin bitirildiği dönemde yapılmaktadır (Özer, 2016).

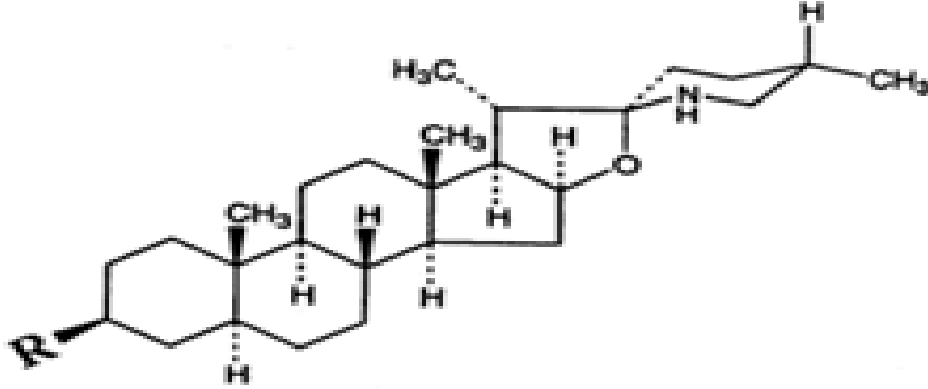
Budama işlemi sonucunda ortaya çıkan yaprak ve saplar, domates üretiminin yan ürünleri olarak kabul edilmektedir (Taveira vd., 2012). Domates bitkileri hasat sonunda sanayi faaliyetleri açısından değersiz kabul edilmekte ve atılmaktadır. Domates üreticileri için geriye kalan bitki materyalleri belirgin bir ekonomik fayda sağlamadan, dengesiz bir yem maddesi olarak çiftlik hayvanlarına ve özellikle sığırlara verilerek kullanılır. Günümüzde ise tarımsal işletmelerin amacı; yapraklar ve saplar gibi yan ürünlerin geri kazanılması, farklı şekillerde değerlendirilmesi ve daha iyi kullanımının sağlanmasıdır (Silva-Beltrán vd., 2015).

Domates yan ürünlerinin farklı şekillerde değerlendirilmesi adına küçük ruminantların beslenmesinde kullanılmasına ilişkin yapılan bir çalışmada domates yan ürünleri seralardan toplanmış ve 4 yetişkin erkek keçiye 5 gün boyunca çavdar samanı ile birlikte ad-libitum olarak verilmiştir. Keçiler günde 100 g (kuru madde) oranında domates artıklarıyla beslendiğinde

herhangi bir sorun yaşanmazken; 125 g (kuru madde) oranında beslendiklerinde yumuşak dışkılama sorunu baş göstermiş ve 2 keçi de ishal meydana gelmiştir (Ventura vd., 2009).

Domates yaprakları, atık kategorisinde değerlendirilmesine rağmen sekonder metabolitler olarak adlandırılan alkaloidler ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşenler yönünden zengindir (Taveira vd., 2012). Bitkiyi herbivorlardan ve patojen unsurlardan korumakla görevli olan alkaloidler çoğunlukla bitkinin belirli bir organında lokalize olmuş vaziyette bulunur (Alaca ve Arslan, 2012). Silva-Beltrán vd. (2015), iki ayrı domates çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, bitkilerin farklı bölümlerinde yer alan flavonoidler ve fenolik bileşikler karşılaştırdıklarında yapraklarda bulunan total bileşimin diğer kısımlara (kök, gövde, bütün bitki) oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Tomatin ise domatesin yaprak ve gövdesinde bulunan antifungal özelliğe olan steroidal glikoalkaloiddir (Boyraz ve Sürel, 2004). Gebe ve gebe olmayan fareler üzerinde yapılan çalışmayla; yapısında 5,6 çift bağ bulunmayan tomatinin, patatesten bulunan çift bağ yapısına sahip solanin ve kakonine göre daha az toksisiteye sahip olduğu bildirilmiştir (Friedman, 2002). Şekil 1.3.'de tomatinin kimyasal yapısı verilmiştir (Friedman, 2002).



Şekil 1.3: Tomatinin kimyasal yapısı. (Friedman, 2002).

1.4.1. Domatesin Örtü Altı Tarımdaki Yeri ve Atık Yönetimi

Örtü altı tarım; iklim şartlarının kısmen ya da tamamen elimine edildiği, farklı koruma metotlarının uygulandığı alanlarda yapılan bitki yetiştiriciliği olarak tanımlanmaktadır (Çimen, 2021). Ülkemizde tarımsal faaliyetler arasında önemli bir yere sahip olan örtü altı tarımı; birim alandan yüksek verim alınmasını sağlayarak kar elde edilmesine olanak vermekte ve yılın 12 ayı boyunca işgücü istihdamı sağlamaktadır (Sevgican vd., 2000).

Ülkemizde örtü altı sebze üretimi en fazla Akdeniz Bölgesi'nde yapılmakta olup jeotermal enerji kaynaklarının yoğun olmasına bağlı olarak Ege Bölgesi'nde de üretim artmıştır. Örtü altı tarımı yapan işletmeler arasındaki farklılıklar örtü tipi ve özellikleri, büyüklükleri, iklimlendirme şartları ve teknolojiyi etkin kullanımlarına bağlı olarak şekillenmektedir (Duman vd., 2020).

Seracılık faaliyetleriyle yetiştirilen ürünlerin %96'sını sebzeler, %3'ünü çiçekler ve dekorasyon amacıyla kullanılan bitkiler ve %1'ini ise meyveler oluşturmaktadır (Tüzel vd., 2005). Ülkemizde 2024 yılı örtü altı tarımı ürünleri göz önüne alındığında; toplam sebze üretimi 8 058 187 ton ve toplam meyve üretimi ise 926 573 ton olarak kayda geçmiştir. Sebze ve meyvelerin yıllara göre üretimindeki değişim Çizelge 1.7.'de verilmiş olup, üretimi en fazla yapılan sebzenin ise domates olduğu görülmektedir (TÜİK, 2024c).

Çizelge 1.7: Türkiye örtü altı sebze ve meyve üretim miktarları (ton)

Ürünler	2019	2024	Ürünler	2019	2024
Domates	4 083 681	4 156 938	Muz	424 837	722 375
Hıyar	1 156 997	1 028 122	Çilek	195 206	195 475
Karpuz	877 505	666 858	Şeftali	20	3 604
Sivri biber	367 224	413 388	Üzüm	1 184	1 949
Patlıcan	323 009	368 186	Erik	264	1 313
Kabak	211 953	362 116	Kayısı	562	624
Toplam sebze	7 814 543	8 058 187	Toplam meyve	622 073	926 573

Örtü altı domates yetiştiriciliği tarlada yapılan yetiştiriciliğe göre daha başarılı olmaktadır çünkü; bitkinin çevresel faktörlerden etkilenmesini en aza indiren imkanlar sağlanmaktadır. Sera ortamında domates yetiştirmek için özel önlemler alınmasına gerek olmamakla birlikte tek istisna olarak bitkinin sürgün alışkanlığı göz önünde bulundurularak bazı destekleme ve kafesleme sistemleri gerekmektedir (Rick, 1980).

Örtü altı tarımda birim alandan daha fazla ürün elde edilmesinin amaçlandığı ülkemizde ürün artışına paralel olarak biyokütle miktarında da artış yaşanmaktadır (Çıtak vd., 2006). Biyokütle; bitkilerin büyüme sürecinde ortaya çıkan ve tüm organik maddeleri bünyesinde barındıran yan ürünleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Biyokütlenin bileşenleri; selüloz, hemiselüloz, lignin, ekstraktlar, lipitler, proteinler, basit şekerler, nişastalar, su ve kül şeklinde sıralanmaktadır (Demirbaş, 2005). Tarımsal üretime bağlı olarak açığa çıkan bitkisel biyokütle;

tarla atıkları, meyve bahçelerinden çıkan budama atıkları ve sera atıkları olarak gruplandırılmaktadır. Ülkemizde her üretim döneminde yüksek oranlarda tarımsal ve bitkisel kökenli artık çıkmasına rağmen, bu artıkların değerlendirilme düzeyleri oldukça düşüktür (Karaca vd., 2016).

Seracılıkta açığa çıkan atıkların yok edilmesi üreticiler için önemli bir sorun olmaktadır. Üreticiler bu atıkları yakarak ortadan kaldırmayı amaçlasa da bu durum çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bir diğer çözüm olarak da üreticiler bu artıkları sera kenarlarına gelişigüzel bir şekilde atmaktadır ancak bu durum sera ortamında yoğun biyokütle birikimine neden olmakta ve sera içerisinde hastalıkların ve patojenlerin yayılımına sebep olmaktadır (Çerçioğlu, 2018).

Domates seracılığının en fazla yapıldığı ilimiz olan Antalya'nın, Kumluca bölgesinde yılda yaklaşık olarak 57 500 ton ve Antalya il genelinde ise 330 625 ton bitki atığı seraların çevresine atılmakta ve yakılmaktadır (Orman ve Kaplan, 2004). Karaca (2017), Antalya ilinde bulunan bitki artıklarını haritalandırmayı hedeflediği çalışmasında 165 300 ton ile en fazla artığın domates üretim süreci sonucu açığa çıktığını bildirmiştir.

Mencet Yelboğa vd. (2019), Antalya ilinde serada domates yetiştiriciliği yapan 250 üreticinin katıldığı bir anket çalışması yapmış ve ankete katılan üreticilerden 22'sinin sera artıklarını geri dönüştürme ya da farklı şekillerde kullanma yoluna gittiklerini, 75 üreticinin yakarak, gömerek ya da su kaynaklarına atarak artıkları yok ettiklerini ve geriye kalan 153 işletmenin ise sera artıklarını çöp olarak görüp sera dışına attıklarını belirtmiştir.

Günümüzde önemli bir yere sahip olan seracılıkta, üretim süreci boyunca veya üretim sonucunda ortaya çıkan atıkların geri dönüşümü hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlayacağından üzerinde durulması gereken bir konudur. Seralardan elde edilen bitkisel atıkların içeriğinin organik madde yönünden oldukça zengin olması önemli bir potansiyel olmalarına neden olmaktadır (Yıldırım vd., 2023). Atık yönetimi konusunda başvurulacak başlıca yöntemler ise; organik atıkların enerji kaynağı olarak kullanılmasının amaçlandığı biyogaz üretimi ve çeşitli şekillerde kullanılmak üzere kompostlama işleminin yapılmasıdır (Çolakoğlu, 2018). Kompostlama işlemi, bitkisel atıkların tarım faaliyetlerinde kullanımı için geliştirilmiş olan etkili bir geri dönüşüm uygulamasıdır (Çerçioğlu, 2018).

Bünyelerinde yoğun miktarda biyoaktif bileşen ve besleyici faktörü barındıran tarımsal atıklar, uygun teknolojiler kullanılarak ve besin öğeleri bakımından zenginleştirmeye tabii tutularak hayvan beslenme alanında yem materyali olarak da kullanılabilmektedir (Gültepe ve Bayram, 2019).

1.4.2. Domates Artıklarının Hayvan Beslemede Kullanımı

Tarımsal üretimde meydana gelen artışa bağlı olarak hem ülkemizde hem dünyada bitkilerden elde edilen hasat artıklarında ve tarımsal endüstriye dayalı atıklarda sistemik bir şekilde artış yaşanmaktadır. Organik madde yönünden yetersiz olan ülkemiz toprakları düşünüldüğünde bu bitkisel kökenli artıklar önemli organik madde kaynağı ve bitkisel besin öğeleri içermeleri nedeniyle önemli bir potansiyel olarak karşımıza çıkmaktadır (Çıtak vd., 2006).

Ülkemizde hayvancılık sektöründe kaba yem açığının mevcut bir sorun olarak devam etmesi üreticiyi tahıl samanlarının kullanımına yönlendirmektedir. Samanın yoğun olarak kullanımına bağlı olarak ise kullanılan karma yem miktarı artmakta ve üretim maliyetleri yükselmektedir. Ülkemizde yaygın bir kullanım alanı bulamayan sanayi yan ürünlerinin hayvan besleme de kullanımı iyi bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Samanla kıyaslandığında yüksek besin değerine sahip olmaları ve karma yemlerle kıyaslandığında ise artık olmalarından kaynaklı maliyetin düşük olması bu ürünlerin alternatif yem maddesi olarak kullanılmasının hayvancılık için avantajlı olacağını düşündürmektedir. Ayrıca alternatif yem maddelerinin hayvan beslemede kullanımı insan tüketimine de sunulan tahıllara olan ihtiyacı önemli ölçüde azaltacağından gıda-yem rekabetine de bir çözüm sağlanabilecektir (Keleş, 2015).

Ülkemiz gibi Akdeniz havzasında yer alan ülkelerde yoğun miktarda tarımsal endüstri artığı olmasına karşın bu kaynakların hayvan yemi olarak kullanımı yaygın değildir. Bu ülkelerde domates ve turuncuğil posaları silaj yapılarak, zeytinden elde edilen posa ise yem blokları olarak ya da kurutularak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Salem vd., 2014).

Gıda endüstrisinden ve sera tarımından kaynaklanan domates artıkları, sürdürülebilir hayvancılıkta alternatif yem kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Özellikle domates posası, domates serası budama artıkları ve hasat sonrası kalan bitki parçalarının; ruminant ve kanatlı hayvan beslenmesinde enerji, lif ve antioksidan kaynağı olarak kullanımı araştırılmıştır (Kutlu ve Özen, 2009).

Domates artıkları yüksek oranda nem içerir, bunun yanında selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi yapısal karbonhidratlar açısından zengindir (Sargın, 2016). Ayrıca domates posasında bulunan likopen, karotenoidler ve fenolik bileşikler, hayvan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Kutlu ve Serbester, 2014). Bu özellikleri sayesinde domates artıkları, yem rasyonlarında koruyucu ve fonksiyonel katkı maddesi olarak da değerlendirilmektedir (Yağcı vd., 2006).

Ruminant beslemesinde domates posasının ve budama artıklarının silaj formunda değerlendirilmesi yaygındır. Özellikle mısır silajına belli oranlarda ilave edilen domates posası ile hazırlanan silajların *in vitro* sindirilebilirlik oranlarının yüksek olduğu belirlenmiştir (Savrunlu, 2015). Günal vd. (2017), pazar artıkları içerisinde yer alan domatesin yüksek gaz üretim kapasitesine sahip olduğunu ve enerji açısından uygun olduğunu bildirmiştir. Kaya (2018), ise domates posasının ruminant rasyonlarında metan salınımını azaltabilecek potansiyele sahip olduğunu belirtmiştir.

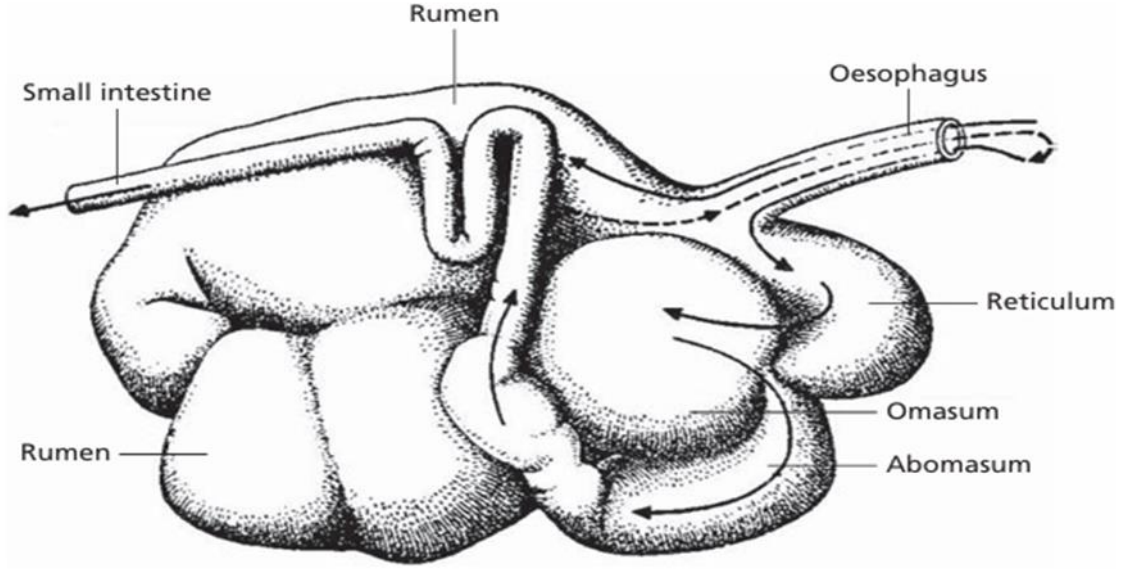
So vd. (2019), domates yan ürünlerinden olan domates posasının ruminant rasyonunda potansiyel kullanımı üzerine yaptığı çalışma sonucu domates posasının kimyasal bileşimine göre düşük kaliteli rasyonlar için potansiyel bir tamamlayıcı bir bileşen olmakla birlikte karotenoid, fenolik bileşik, protein ve lif kaynağı olarak da kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır.

Ayrıca, alternatif yemleme sistemlerinde domates gibi tarımsal atıkların hayvanlar tarafından seçilerek tüketilmesi üzerine çalışmalar da mevcuttur. Baran vd. (2021), tercihli yemleme sisteminde domates atıklarının tüketilebilirlik ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir.

Benakmoum vd. (2013), kanatlılar üzerinde yapmış olduğu çalışmada domates posasının yumurtanın kolesterol ve trigliserit miktarını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

1.5. Ruminantların Sindirim Sistemi Anatomisi ve Fizyolojisi

Ruminantların sindirim sistemi, evrimsel olarak yüksek selüloz içeren bitkisel kaynaklı yemleri sindirmeye uygun şekilde özelleşmiş kompleks bir yapıya sahiptir (Şekil 1.4.) Bu sistemin en ayırt edici özelliği, dört bölmeli bir mideye sahip olmalarıdır: Rumen (işkembe), retikulum (börkenek), omasum (kitapçık) ve abomasum (şirden) (Yanar, 2016). Bu yapı, hayvanın sindirim fizyolojisinde özel bir fermentasyon ortamı sağlayarak mikrobiyal popülasyonların aktif rol üstlendiği bir sindirim sürecine olanak tanır. Rumen, ruminantların besinlerinin öncelikle mikrobiyal fermentasyona uğradığı ana bölmedir. Burada yer alan bakteriler, protozoalar ve mantarlar; selüloz, hemiselüloz ve nişasta gibi karbonhidratları kısa zincirli yağ asitlerine (SCFA) çevirir (Gümüş ve Karakaş Oğuz, 2014). Bu asitler, ruminantın enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılar (Çağrı ve Kara, 2018).



Şekil 1.4: Ruminantların rumen, retikulum, omasum ve abomasumunun sindirim akışı (McDonald, 2010).

Retikulum ise rumen ile sıkı bir anatomik ve fizyolojik ilişki içerisinde. Bu iki yapı birlikte retikulatorumen olarak adlandırılır. Retikulumun bal peteğini andıran yapısı, sindirim materyalinin partikül büyüklüğüne göre ayrıştırılmasında görev alır (Durmuş ve Eryavuz, 2012). Omasumda ise sindirilmiş materyalin mekanik olarak sıkıştırılması ve suyun geri emilimi gerçekleştirilir. Bu aşamada rumen içeriğindeki sıvı kısımlar ve çözünmüş besin maddeleri omasumdan geçerek abomasuma ulaşır. Abomasum, ruminantlarda "gerçek mide" olarak tanımlanır ve tek mideli hayvanlarda olduğu gibi pepsin ve HCl gibi salgılarla proteinlerin kimyasal sindirimi burada başlar (Yeniçeri vd., 2024).

Ruminantların sindirim sisteminde mikrobiyal aktivitenin yoğun olduğu rumen bölgesinde amonyak üretimi ve mikrobiyal protein sentezi, protein metabolizmasının temelini oluşturur (Canbolat ve Karabulut, 2014). Mikrobiyal protein, ruminantlar için esansiyel aminoasitlerin en önemli kaynağıdır. Bununla birlikte, ruminantlarda azot metabolizması; üre döngüsü, tükürükteki bikarbonat tamponlaması ve proteinlerin rumende yıkımı gibi süreçlerle karmaşık bir düzeyde işlemektedir (Özkan vd., 2020). Ruminantların tükürük salgısı, yüksek miktarda bikarbonat ve fosfat içermekte olup, rumendeki pH'nın dengelenmesinde kritik rol oynamaktadır (Tekeli vd., 2007).

Mikrobiyal fermentasyon sonucu oluşan metan gazı hem enerji kaybına hem de çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle ruminantların sindirim sistemi araştırmalarında metan azaltımı günümüzde önemli bir odak noktasıdır (Boğa vd., 2021; Kaya vd., 2022). Bazı bitkisel katkı maddeleri ve tanen içeren yemler bu bağlamda olumlu etkiler sağlayabilmektedir (Başar

ve Atalay, 2020). Ruminantların sindirim sisteminin bu denli kompleks yapısı, onları yüksek verimli hayvansal üretim için elverişli kılmakla birlikte, rasyon planlaması konusunda da dikkatli ve bilimsel bir yaklaşım gerektirmektedir (Kurt vd., 2022; Özkan vd., 2017).

1.5.1. Manda ve İneklerin Sindirim Sistemi Anatomisi ve Fizyolojisi

Manda ve inek gibi büyükbaş ruminantlar arasında sindirim sistemi açısından yapısal benzerlikler bulunsa da fonksiyonel bazı farklar söz konusudur. Her iki tür de dört mide bölmesine sahip olup, lifli yemleri etkin bir şekilde sindirme kapasitesine sahiptirler. Ancak manda rumen hacmi ve mikrobiyal popülasyon açısından ineklere göre bazı avantajlar sunabilmektedir. Mandaların rumen kapasitesi vücut ağırlığına göre daha büyük olup, ruminal fermentasyonun daha uzun süre devam etmesini sağlar. Bu durum, özellikle düşük kaliteli yemlerin sindiriminde avantajlıdır (Sırakaya, 2023). Aynı zamanda manda rumeninde amilolitik ve selülitik bakterilerin daha dengeli dağılımı, lif sindirim etkinliğini artırmaktadır (Karagöz, 2022).

İneklerde ise rasyonların enerji yoğunluğu genellikle daha yüksektir. Süt verimi yüksek olan modern inek ırklarında, yüksek yoğunluklu konsantre yemlerin rasyona dahil edilmesi gerekmektedir. Ancak bu tür yemler rumen pH'ında ani düşüslere neden olarak subakut ruminal asidoz gibi metabolik hastalıklara yol açabilmektedir (Gümüş ve Karakaş Oğuz, 2014; Budağ, 2009). Bu nedenle süt ineklerinde tampon sistemlerin yeterli çalışmasını sağlayacak kaba yem oranı korunmalıdır. Mandalar ise doğal olarak daha dayanıklı yapıya sahip olmaları sebebiyle kaba yem odaklı rasyonlarla beslenmektedir (Yavuz, 2005).

Her iki türde de rumen duvarında papillaların gelişimi, sindirilebilirliğin ve emilim yüzeyinin artmasında kritik rol oynamaktadır (Bilal vd., 2024). İneklerde süt veriminin yüksek olması nedeniyle abomasum fonksiyonu da oldukça önemlidir. Proteinlerin sindirimi bu bölümde yoğunlaşmakta, mikrobiyal protein ve by-pass proteinlerin emilimi burada gerçekleşmektedir (Özkan vd., 2020). Mandalarda ise doğal beslenme sistemi içerisinde fermentatif sindirim daha baskın olup, mikrobiyal protein üretimi ile protein ihtiyacı büyük ölçüde karşılanmaktadır (Yeniçeri vd., 2024; Korkmaz ve Soykan Önenç, 2017).

Rasyon planlamasında, her iki türün sindirim sistemi özellikleri dikkate alınarak yem bileşimi oluşturulmalıdır. Mandalar için daha yüksek lifli, selüloz yönünden zengin yem kaynakları tercih edilebilirken; inekler için dengeli bir kaba ve kesif yem oranı hayati önemdedir (Canbolat ve Karabulut, 2014; Kaya ve Kaya, 2023). Ayrıca tanen içeren yemler, her iki türde de metan

üretimini azaltıcı etkisiyle dikkat çekmekte olup çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir stratejik avantaj sunmaktadır (Boğa vd., 2021; Kaya vd., 2022).

1.5.2.Ruminantlarda Karbonhidrat Sindirim

Ruminant hayvanların beslenmesinde karbonhidratlar, enerji ihtiyacının karşılanmasında temel rol oynamakta olup sindirim süreçlerinin merkezinde yer almaktadır. Ruminantların sahip olduğu dört bölmeli mide yapısı (rumen, retikulum, omasum, abomasum) içerisinde karbonhidratların en kapsamlı şekilde işleme tabi tutulduğu yer rumen bölmesidir. Burada selüloz, hemiselüloz, pektin, nişasta ve diğer karbonhidratlar, rumen mikroorganizmaları tarafından kısa zincirli yağ asitlerine (SCFA'lar: asetat, propiyonat ve bütirat) dönüştürülmektedir (Gümüş ve Karakaş Oğuz, 2014; Başar ve Atalay, 2020). Bu yağ asitleri rumen duvarından emilerek kana geçer ve hayvanın metabolik enerji ihtiyacının ortalama %70-80'ini sağlar (Çağrı ve Kara, 2018).

Rumen ortamında karbonhidratların fermentasyonu mikrobiyal enzimler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Özellikle selülitik bakteriler, kompleks polisakkaritleri parçalayan başlıca mikroorganizmalar olup özellikle kaba yem tüketiminin yüksek olduğu ruminantlarda bu tür bakterilerin sayıca baskın olduğu gözlemlenmektedir (Budağ, 2009; Yanar, 2016). Bu bakteriler tarafından üretilen selülaz enzimi, selülozu glikoza dönüştürerek anaerobik şartlar altında fermentasyona uğratır. Bu süreçte oluşan ara ürünlerden laktat, metan ve karbondioksit gibi gazların da üretimi gerçekleşir. Bu nedenle karbonhidrat sindirimi yalnızca enerji sağlamakla kalmaz aynı zamanda ruminal gaz dengesini ve metan üretimini de belirler (Boğa vd., 2021; Kaya vd., 2022).

Kaba yemlerde bulunan yapısal karbonhidratların (selüloz, hemiselüloz) yanı sıra konsantre yemlerle birlikte rasyona giren nişasta gibi kolay sindirilebilir karbonhidratlar da ruminantların enerji metabolizmasında önemli bir yere sahiptir (Canbolat ve Karabulut, 2014). Ancak hızlı fermente olan bu karbonhidratların fazla miktarda verilmesi rumen pH'nın düşmesine neden olarak asidoz riskini artırmaktadır. Bu durum özellikle süt ineklerinde süt verimi ve sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Durmuş ve Eryavuz, 2012; Özkan vd., 2020). Dolayısıyla rasyondaki karbonhidrat kaynaklarının tipi, oranı ve fermente olma hızları, ruminal denge ve hayvan sağlığı açısından dikkatle düzenlenmelidir (Kurt vd., 2022).

Karbonhidratların ruminal sindirimi sırasında oluşan uçucu yağ asitleri hayvanın yaşına, türüne, rasyon bileşimine ve mikrobiyal flora yapısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, asetat, özellikle lifli karbonhidratların sindirimiyle ortaya çıkan bir ürün olup süt yağı sentezi

için önemlidir (Korkmaz ve Soycan Önenç, 2017). Buna karşın nişasta gibi konsantre karbonhidratların sindiriminde daha fazla propiyonat oluşur ve bu da glukoneogenez için önemli bir kaynak oluşturur. Propiyonat, karaciğerde glukozu dönüştürülerek kan şekerinin dengelenmesine katkıda bulunur (Yeniçeri vd., 2024; zkan vd., 2017).

Karbonhidratların rumen dışı sindirimi ise abomasumda asidik ortamda başlar ve ince bağırsakta amilaz gibi enzimlerin etkisiyle devam eder. Ancak ruminantların nişasta sindirimi sınırlıdır nkn önemli bir kısmı rumende fermente olur ve rumenden geçmeden önce uçucu yağı asitlerine dnşir (Sırakaya, 2023). Bazı nişasta türleri ve işlem görmüş karbonhidrat kaynakları rumen by-pass edici özellik göstererek ince bağırsakta sindirime uğırayabilir (Yavuz, 2005). Bu durum, enerji verimliliğı açısından avantaj sağılayabilir ancak rumen pH'sı ve mikrobiyal dengeyi bozmamak adına dengeli bir strateji ile uygulanmalıdır (Bilal vd., 2024; Kaya ve Kaya, 2023).

Son yıllarda ruminant rasyonlarına dahil edilen tanen içeren yem hammaddeleri, karbonhidratların rumen fermentasyonu sürecinde selektif etkilere sahip olabilmektedir. Bu tür bileşikler, belirli mikrobiyal grupların aktivitesini sınırlandırarak metan üretimini düşürmekte, ancak aynı zamanda bazı karbonhidratların fermentatif sindirimini de yavaşlatabilmektedir (Boğı vd., 2021; Tekeli vd., 2007). Bu nedenle tanenlerin ruminant karbonhidrat metabolizması üzerindeki etkisi, rasyonun genel bileşimiyle birlikte ele alınmalıdır. Aynı şekilde, sandal ağıacı (Arbutus andrachne) yaprakları gibi anti-metanojenik potansiyele sahip bitkisel kaynaklar da karbonhidrat fermentasyonu sırasında daha düşük metan üretimi ile sonuçlanan bir sindirim ortamı sunabilmektedir (Kaya vd., 2022).

Bitkisel kökenli protein ve karbonhidrat kaynakları dışında, ruminant rasyonlarında yer alan alternatif enerji kaynakları da karbonhidrat metabolizmasını etkilemektedir. Örneğın, turunçgil posaları içerdiği yüksek düzeyde pektin ile rumende hızlı fermente olan karbonhidratlara katkı sağılarken bu süreçte oluşan propiyonat miktarını da artırmaktadır (Başar ve Atalay, 2020). Benzer şekilde raf ömrü dolmuş işlenmiş gıdalar, karbonhidrat bakımından zengin olmaları nedeniyle ruminant rasyonlarında enerji açığını kapatmak amacıyla kullanılabilmektedir (Korkmaz ve Soycan Önenç, 2017). Ancak bu tür gıdaların besin değıeri yanında sindirilebilirlikleri de dikkatle değıerlendirilmelidir (zkan vd., 2020).

1.5.3.Ruminantlarda Protein Sindirim

Ruminant hayvanlarda protein sindirimi, monogastrik hayvanlardan farklı olarak hem mikrobiyal hem de enzimatik yollarla gerçekleşen çift aşamalı bir süreçtir. Ruminantların sahip

olduğu dört bölmeli mide sistemi özellikle rumen ortamında gerçekleşen mikrobiyal fermentasyon sayesinde protein metabolizmasını kompleks ve dinamik bir yapıya dönüştürmektedir. Bu hayvanların tükettiğı protein kaynakları öncelikle rumende bulunan mikroorganizmaların etkisine maruz kalmakta ve burada kısmen yıkılarak mikrobiyal protein sentezine katkıda bulunmaktadır (Yanar, 2016; Canbolat ve Karabulut, 2014). Rumen mikroorganizmaları; bakteriler, protozoalar ve mantarlardan oluşmakta olup hem proteinleri hem de azot içeren diğ er bileşenleri kullanarak kendi vücut proteinlerini sentezlemektedir (Gümüş ve Karakaş Oğuz, 2014).

Rumen ortamında proteinlerin sindirimi rasyonda bulunan proteinin türüne, sindirilebilirliğine ve çözünürlük düzeyine göre değişmektedir. Rumen mikroorganizmaları tarafından hızla parçalanabilen proteinler (rumende yıkılabilir protein- RDP), amonyak ve uçucu yağ asitlerine dönüştürülmekte ve mikroorganizmaların büyümesi için kullanılırken; rumende yıkılamayan proteinler (rumen bypass protein- RUP), rumeni geçerek abomasum ve ince bağırsakta hayvanın sindirim enzimleri tarafından parçalanmaktadır (Boğa vd., 2021; Özkan vd., 2020). Bu yönüyle ruminantlarda protein sindirimi yalnızca doğrudan yemle alınan proteinlerin değil aynı zamanda rumende sentezlenen mikrobiyal proteinlerin de sindirimiyle şekillenmektedir (Kaya vd., 2022).

Rumen ortamında gerçekleşen protein sindiriminin başarısı rumen mikroorganizmalarının ürettiğı enzimatik aktivitelere bağlıdır. Bu mikroorganizmalar tarafından üretilen proteaz ve peptidazlar, kompleks protein moleküllerini küçük peptitlere ve serbest amino asitlere parçalamaktadır (Çağrı ve Kara, 2018). Bu amino asitlerin bir kısmı doğrudan mikrobiyal büyümede kullanılmakta geri kalan kısmı ise amonyak, karbondioksit ve uçucu yağ asitlerine dönüştürülmektedir. Üretilen amonyak rumen duvarından emilerek kana karışmakta ve karaciğerde üre döngüsüne girerek tekrar salya ile rumene dönebilmektedir (Durmuş ve Eryavuz, 2012; Korkmaz ve Soycan Önenç, 2017). Bu sistem ruminantlarda azotun geri kazanımı açısından oldukça verimli bir döngü oluşturmaktadır.

1.6. Kaba Yemlerin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Yemlere uygulanan kimyasal analizler, yemlerin değ erliliğini öğrenmek amacıyla yapılır ancak tek başına yeterli olmamaktadır. Rasyonel bir beslenme sağlanabilmesi adına yemin içeriğ inde bulunan besin maddelerinin ne kadarının hayvan tarafından sindirildiğı ve absorbe edildiğ inin bilinmesi gerekmektedir. Besin maddelerinin hayvanlar tarafından kullanılabilen kısmı

sindirilebilir ham besin maddeleri olarak adlandırılırken sindirilen kısımların yüzde olarak ifadesi ise sindirilme derecesi olarak tanımlanır (Canbolat, 2019).

Yemlerin sindirilme dereceleri saptanırken genellikle içeriğindeki organik maddeler ya da organik maddeye ait bir bileşik dikkate alınır. Yemlerin sindirilme derecelerinin belirlenmesinde çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Sindirilebilirlik çalışmaları; *in vivo*, *in situ* ve *in vitro* olarak yapılmaktadır (Kutlu, 2023).

1.6.1. *In-Vivo* Yöntemler

In vivo yöntemler ile elde edilen veriler güvenilir olarak kabul görmekte ve diğer yöntemler için referans olarak kullanılmaktadır (Lopez, 2005). Ancak materyal olarak canlı hayvan kullanılan *in vivo* yöntemler, pahalı, zahmetli ve zaman alıcı olmasının yanında çalışmanın yapılabilmesi için çok fazla miktarda yem maddesi gerekmektedir (Getachew vd., 2004). Bu nedenle daha pratik, ucuz, kısa sürede sonuç alınabilen ve laboratuvar ortamında yapılabilen yöntemler tercih edilmektedir (Denek ve Deniz, 2002).

Dışkı toplama yönteminde hayvanlar genellikle bireysel kafeslerde barındırılır. Hayvanların yeme alışma süresi göz önüne alınarak genellikle 7 ila 20 gün sonra dışkı toplanır. Sindirim denemesinin başarılı sonuçlar verebilmesi için her yem materyali için en az 3 adet hayvan kullanılması gerekir (Zewdie, 2018). Bu yöntemde hayvanların tüketmiş olduğu yemde bulunan kuru madde miktarı ve dışkı kuru maddesinde bulunan besin maddeleri kimyasal analizlere tabii tutularak sindirilebilir kısım tespit edilir (Öztürk, 2021). Sindirim katsayılarının hesaplanmasında kullanılan genel formül ise aşağıda verilmiştir (McDonald vd., 2011).

$$\% \text{Besin madde sindirim} = \frac{\text{Tüketilen besin maddesi (kg)} - \text{Dışkıdaki besin maddesi (kg)}}{\text{Tüketilen besin maddesi (kg)}} \times 100$$

Şekil 1.5: Sindirim katsayılarının hesaplanmasında kullanılan genel formül

Kullanılan yem miktarının ölçülemediği ve dışkının tamamının toplanamadığı durumda ise indikatör yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde indikatör madde hayvan yemine katılır ve indikatörün yemdeki ve dışkıdaki konsantrasyonu arasındaki fark hesaplanarak sindirilme derecesi belirlenir (Öztürk, 2021).

1.6.2. *In-Situ* Yöntemler

In situ yöntemler, *in vivo* yöntemlere göre daha ucuz olup daha az hayvan materyali kullanılmasına rağmen daha fazla yem maddesinin besin değerlerinin eş zamanlı olarak ortaya

koyulmasına olanak sağlamaktadır (İnt. Kyn. 3). *İn situ* yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılan naylon kese yöntemidir (Canbolat, 2019).

Naylon kese yönteminde amaç; yemlerdeki kuru madde, organik madde, azot veya diğer besin öğelerinin sindirilebilirlik hızı ve düzeyleri hakkında bilgi almaktır. Bu yöntemde rumen kanüllü hayvanlar kullanılır ve çalışılacak yem materyalinin yerleştirildiği torbalar 6 ila 120 saatlik süreler boyunca rumende inkübe edilir (Zewdie, 2018). Yem materyalinin direkt rumen içerisinde inkübe edilmesi sindirim süreçlerinin yaşanmasını ve bu durum da laboratuvar yöntemlerine kıyasla avantaj elde edilmesini sağlar. Besin sindirimi tahminlerinin doğru yapılabilmesi için çeşitli faktörlerin kontrol altına alınması gerekir. Torba materyalinin gözenekliliği ve gözeneklerin boyutu, numune ağırlığının torba yüzey alanına oranı, numune parçacık boyutu, torbanın rumene yerleştirilme yöntemi, hayvanın rasyonu, beslenme sıklığı ve torba içinde kalan yem kalıntılarına bakterilerin ne ölçüde tutunduğuna dikkat edilmesi gerekmektedir (Stern vd., 1997).

1.6.3. *İn-Vitro* Yöntemler

Sindirim olaylarının kısmen ya da tamamen modellenmesi amacıyla geliştirilen *in vitro* yöntemler laboratuvar ortamında çalışılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yöntemde hedef hayvanın sindirim kanalı içerisinde bulunan bölümler ve bu bölümlerin işleyişinin taklit edilerek yemlerin hayvan açısından nasıl işlendiği ve sindirildiği hakkında fikir sahibi olmaktır (Moyano vd., 2014). *İn vivo* yöntemlere kıyasla daha ucuz ve daha kısa zaman dilimi içerisinde sonuç alınmasını sağlayan *in vitro* yöntemler, sindirilebilirlik değerleri açısından da *in vivo* yöntemlere yakın sonuçlar vermektedir (Canbolat, 2019).

İn vitro yöntemler arasında en sık kullanılanları, iki aşamalı sindirim tekniği ve gaz üretim tekniğidir (Kılıç ve Sarıçiçek, 2006). Tilley ve Terry (1963) tarafından ilk kez gerçekleştirilmiş olan iki aşamalı sindirim tekniğinde yem materyali ilk aşamada rumen sıvısında; ikinci aşamada ise seyreltilmiş HCl çözeltisinde pepsinle 48 saat inkübe edilmektedir. İlk aşamada yem materyalinin içeriğinde bulunan ham selüloz, ikinci aşamada ise proteinlerin parçalanması sağlanmaktadır.

Gaz üretim tekniğinde ise yemlerde bulunan karbonhidratların fermente olmasına ya da fermentasyon sonucu ortaya çıkan uçucu yağ asitlerinin (UYA) tampon çözeltiyle reaksiyona girmesiyle açığa çıkan CO₂ gazının ölçümü yapılmaktadır (Wolin, 1960).

Kuru madde sindirilebilirliği için kullanılan *in vitro* yöntemlerden olan DAISY^{II} inkübatör tekniği ise iş gücü verimliliğinin artırılması, tahıl ve kaba yemlerin aynı anda sindirilebilirlik derecelerinin ölçümünü sağlaması açısından geleneksel yöntemlerin alternatifi olmaktadır (Holden, 1999).

1.6.3.1. Daisy^{II} İnkübatör Yöntemi

Yem materyallerinin *in vivo* yöntemlerle sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde; maliyetlerin çok fazla olması, çalışmanın canlı hayvan üzerinde yapılmasına bağlı olarak etik kaygılar yaşanması ve yoğun iş gücü kullanımının gerekmesi sebebiyle laboratuvar temelli alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan *in vitro* yöntemler (Tilley ve Terry, 1963; Van Soest vd., 1966) her ne kadar yemlerin sindirilebilirlikleri hakkında doğru tahminler yapılmasına olanak sağlasa da sindirim sonrası numunelere filtreleme işlemi yapılması gerekmekte bu da yoğun iş gücü kullanımına sebep olmaktadır. Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında ANKOM Daisy İnkübatör yöntemi (ANKOM Teknolojisi, Makedonya, New York, ABD), sindirim sonrası numunelerin filtrelenmesini gerektirmeyerek *in vitro* sindirilebilirlik ölçümünü basitleştirmektedir (Adesogan, 2005).

Rumen ortamının simülasyonu esas alınan Daisy^{II} İnkübatör cihazında ruminant beslenmesinde kullanılan yemlerin sindirilme derecesi aynı anda çok sayıda numune ile hızlı bir şekilde saptanmaktadır (Canbolat, 2019). Bu yöntemde yem örnekleri bireysel sindirim tüplerine inoküle edilmemekte ve filtrasyon bölümü yerine toplu kavanozlar içerisinde bireysel filtre torbalarında sindirime tabii tutulmaktadır (Vogel vd., 1999). Çok sayıda numunenin aynı anda inkübe edilebilmesi geleneksel yöntemlerdeki her numune için ayrı tüp kullanılması sorununa çözüm olmaktadır (Adesogan, 2005).

İlk olarak 1994 yılında ahşap bir kabin olarak tasarlanan Daisy^{II} İnkübatör cihazı (Resim 1.2.) 1997 yılında günümüzde hala kullanılan haliyle aynı olan dayanıklı metal bir kabin olarak üretilmeye başlanmıştır (Tassone vd., 2020).



Resim 1.2: Daisy İnkübatör (Ankom Teknoloji Şirketi, New York, NY, USA) (Tassone vd., 2020).

Termostatik olarak kontrol edilen bir bölmede yer alan 4 adet döner sindirim kavanozuyla çalışılmakta ve aynı anda 92 numuneye kadar analiz yapılabilmektedir. Cihazda bulunan ısı kontrol ünitesi sayesinde cihaz iç sıcaklığı $39 \pm 0,5$ °C'de sabit olarak tutulur ve zamanlayıcı sayesinde inkübasyon süresi ayarlanır (Vogel vd., 1999). Numuneler F57 olarak adlandırılan 25 µm gözenek boyutuna sahip torbalara (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, ABD) tartılır ve kavanozlara (her kavanoz için 23'e kadar) inokulum (rumen sıvısı, dışkı veya enzimler) ve bir tampon çözeltisi ile birlikte yerleştirilir (Holden, 1999). Cam kavanozlar delikli bir karıştırıcı ile donatılmıştır ve bu karıştırıcı iç hacmi ikiye bölerken sindirim ortamının serbestçe hareket etmesine imkan sağlar. F57 torbalar, inkübasyondan önce ve sonra tartılır ve aradaki fark sindirilebilir kuru madde olarak değerlendirilir (Tassone vd., 2020).

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 11/10/2023 tarih ve AKÜHADYEK-49533702/98 numaralı onayı (EK. 7.1.) ve 23.SAĞ.BİL.20 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

2.1. Materyal

2.1.1. Hayvan Materyali

Yürütülen tez çalışması kapsamında Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bulunan 2 adet İsviçre Esmeri İnek (CA: 500±25 kg) ve 2 adet melez Manda (Murrah x Anadolu mandası) (*Bubalus bubalis*); (CA:625±25 kg) kullanılmıştır. Kullanılan hayvanlarda bulunan sabit rumen kanülü aracılığıyla rumen sıvısı alınmıştır.



Resim 2.1: Sabit rumen kanüllü İsviçre Esmeri inek

Hayvanlardan rumen sıvısı alınmadan önce sağlık durumları sorumlu veteriner hekim tarafından kontrol edilmiş ve normalin dışında herhangi bir duruma rastlanmamıştır. Çalışmada kullanılan hayvanlar günde 1 kez (sabah 8.00’da) ad-libitum olarak beslenmiştir. Hayvanların temiz ve taze su alması her zaman sağlanmıştır. Çalışmadaki hayvanların beslenmesinde kullanılan rasyonun içeriği Çizelge 2.1. ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 2.2.’de verilmiştir.

Çizelge 2.1: Rasyonun içeriği

Yem maddeleri	İçerik, %KM
Yonca	19,54
Arpa samanı	40,76
Arpa	7,85
Mısır	8,75
Mısır kepeği	1,59
Buğday kepeği	5,57
Ayçiçeği küspesi ¹	6,36
Pamuk tohumu küspesi ²	9,55
Vit- Min premiksi ³	0,03

1) %24 ham protein; 2) %31 ham protein; 3) 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, kobalt 0,25 g, iyot 1,4 g, selenyum 1,2 mg, kireçtaşı 698 g.

Çizelge 2.2: Rasyonun kimyasal kompozisyonu

İçerik	
KM, % yem	89,17
HP, %	12,90
ME, Mcal/kg	2,01
NE _L , Mcal/kg	1,08
aNDF _{om} , %	53,44
ADF _{om} , %	37,23
ADL, %	6,76
NFC, %	23,30
Nişasta, %	13,86
Kalsiyum, %	0,53
Fosfor, %	0,38

2.1.2. Yem Materyali

Yürütülen tez çalışmasında, domates serası budama artıklarının pelet yem formuna getirilmiş hali yem materyali olarak kullanılmıştır. Budama artıkları; hammadde temini, ayıklama, parçalama, susuzlaştırma, fermentasyon, kurutma, peletleme ve paketleme şeklindeki sıralı işlemlerden geçirilerek hayvan yemi formuna dönüştürülmüştür. Bu işlem Kozanlar Jeotermal

İnşaat Tarım San. Ltd. Şti. firması tarafından gerçekleştirilmiş olup kullanılan yem materyali firmadan temin edilmiştir. Fermente domates budama artıklarına ait besin değerleri Çizelge 2.3. de verilmiştir.

Çizelge 2.3: Fermente domates budama artıklarına ait besin değerleri

	KM¹ %	HK² %	HY³ %	HP⁴ %	NDF⁵ %	ADF⁶ %
FDBA *	91,68	17,80	3,77	15,60	48,22	35,31

*FDBA: Fermente domates budama artıkları 1) Kuru Madde; 2) Ham Kül; 3) Ham Yağ; 4) Ham Protein; 5) Nötral Deterjan Lif; 6) Asit Deterjan Lif



Resim 2.2: Pelet yem formuna getirilmiş fermente domates budama artıkları

2.1.3. Numune keseleri

Sindirim denemesinde kullanılan keseler Konya Selçuk Üniversitesi'nden temin edilmiştir. İnkübatör keseleri 25 mikron por genişliğine sahip olup 5,5 cm yükseklik ve 5 cm genişliğe sahiptir.

2.2. Metot

2.2.1. Numunelerin hazırlanması

Yaş analizleri ve sindirim denemesi yapılacak olan yem materyali 105°C etüvde, sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş daha sonra 1 mm'lik elek kullanılarak laboratuvar tipi santrifüjlü değirmende öğütülmüştür. Sindirim denemesinde kullanılan keselere 5 dakika boyunca aseton ile ön yıkama işlemi uygulanmıştır. Yapılan bu işlemde amaç mikrobiyal sindirimi engelleyebilecek olan etmenlerin ortamdaki uzaklaştırılmasıdır. Ön yıkama işleminin ardından keseler, silinmez bir kalem yardımıyla numaralandırılarak karışıklık oluşmasının önüne geçilmiştir. Numaralandırılan keseler 105°C derecede etüvde 6 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. Etüvden alınan numune ve keseler, tartım işlemi gerçekleşene kadar desikatörde bekletilmiştir.

Desikatörden alınan numune keseleri, hassas terazide tartılarak boş ağırlıkları kaydedilmiştir (W1). Daha sonra öğütülmüş olan yem materyalinden yaklaşık olarak 1 gram olacak şekilde her keseye koyulup keselerin ağzı ısı ile mühürlenmiştir (W2). Manda ve inek için ayrı ayrı 192 adet numune kesesi hazırlanmıştır.

2.2.2. İn vitro sindirilebilirlik için inokulum hazırlanması

Rumen sıvısı alma işlemine başlamadan önce iki adet 2000 ml kapasiteye sahip termos 39°C sıcaklığa ayarlanmış su ile doldurulmuştur. Rumen sıvısı alınmadan hemen önce termoslarda bulunan su boşaltılmış ve hayvanlardan alınan rumen sıvısı termoslara doldurulmuştur. Rumen sıvıları alındıktan sonra ivedilikle Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarı'na getirilmiştir. Alınan rumen sıvıları 39°C olarak ayarlanmış Benmari tarzı bir düzenek içerisinde, 4 katlı ince delikli bir tülbentten süzülerek kaba partiküllerinden ayrıştırılmıştır. Süzme işlemi sırasında rumen mikroorganizmalarının ihtiyaç duyduğu anaerobik ortamın sürdürülebilmesi için CO₂ uygulaması yapılmış ve uygulama yapılırken fokurdama ile meydana gelen kabarcıkların oluşmamasına özen gösterilmiştir. Süzülen rumen sıvısından ANKOM Daisy İnkübatör (ANKOM Teknolojisi, Makedonya, New York, ABD)'de kullanılmak üzere her kavanoz başı 400 ml alınmıştır.



Resim 2.3: Rumen sıvısı alma işlemi

2.2.3. Tampon çözeltilerin hazırlanması

İn vitro sindirim şartlarında rumen ortamının pH değerini korumak ve rumen mikroorganizmalarının fermentasyon ürünlerinden etkilenmesini önlemek için iki ayrı tampon çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiler tampon A ve tampon B olarak adlandırılmakta olup tampon çözeltilerin içerikleri Çizelge 2.4. ve Çizelge 2.5.' de verilmiştir. Hazırlanan çözeltiler 39°C'ye kadar ısınması için etüve kaldırılmıştır.

Çizelge 2.4: Tampon Çözelti A

Tampon Çözelti A	g/lt
KH_2PO_4	10
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5
NaCl	0,5
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,1
Üre	0,5

Çizelge 2.5: Tampon Çözelti B

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

2.2.4. Sindirim denemesinin başlatılması

Sindirim denemesi başlatılmadan önce Daisy İnkübatör cihazı çalıştırılarak cihaz iç sıcaklığının 39°C'ye ulaşması sağlanmıştır. Daisy İnkübatör' de bulunan her kavanoz için 400 ml rumen sıvısı, 266 ml tampon B ve 1330 ml tampon A çözeltisi (1:5 oranında) eklenmiştir. Her kavanoz için 25 kese (24 numune ve 1 kör kese) kavanozun içerisinde bulunan bölmenin iki tarafına 12/13 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kavanozlara rumen sıvısı, tampon çözeltiler ve numune keseleri eklenirken anaerobik şartların bozulmaması için CO₂ uygulaması yapılmış ve uygulama yapılırken fokurdamadan kaynaklı kabarcık oluşmamasına özen gösterilmiştir. Kavanozlar Daisy İnkübatör' e yerleştirilip 48 saat boyunca 39°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi boyunca cihazdaki; rumen ortamının simüle edilebilmesi için gerekli olan ısı düğmeleri ve kavanozların kendi etrafında yavaş bir şekilde dönmesini sağlayan rotasyon düğmeleri açık konuma getirilmiştir. Daisy İnkübatör' de sindirim denemesi Van Soest vd., (1966), bildirdiği şekilde yapılmıştır.

2.2.5. Keselerin inkübatörden çıkarılması ve kimyasal analizler

İnkübasyon süresinin sonunda Daisy İnkübatör durdurularak kavanozların içerisindeki sıvı boşaltılmış ve mikroorganizma faaliyetinin durması ve kalıntıların uzaklaştırılması için numune keseleri çeşme suyu altında 15 dakika boyunca yıkanmıştır. Analizleri daha sonra yapılacak olan keseler -18°C'de dondurucuda muhafaza edilmiştir. İnkübatörden alınan keselerden inek ve manda için ayrı ayrı 24 tane kese NDF analizine tabii tutulup 105°C sıcaklıkta 6 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonunda keseler hassas terazide tartılarak (W3), IVGS değerleri hesaplanmak üzere kaydedilmiştir.

Ham madde ve inkübasyon sonrası elde edilen keselere yapılacak olan kimyasal analizlerden ham yağ, ham kül, NDF ve ADF analizleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarında; ham protein analizi ise Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarında yapılmıştır. Besin maddelerinin sindirilebilirliğini hesaplamak için -18°C'den çıkarılan keseler etüvde 105°C'de 6 saat boyunca kurutulup ham

protein, ham yağ, ham kül, NDF ve ADF analizlerine tabii tutulmuştur. Ham protein, ham kül ve ham yağ analizleri AOAC (1990) metotlarına göre; NDF ve ADF analizleri ise Van Soest (1991) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır.

2.2.6. Besin maddesi sindirilebilirliklerinin hesaplanması

IVGS' nin hesaplanması için inek ve manda için ayrı ayrı 24 kese kullanılmıştır. Hesaplamalar aşağıda verilen formüle göre yapılmıştır:

$$IVGS = ((W3-(W1xC)/(W2x\%KM))x100$$

W1: Kese ağırlığı

W2: Numune ağırlığı

W3: NDF analizleri sonunda elde edilen kese ağırlığı

C: Boş kese düzeltme faktörü (etüvde kurutma sonrasındaki boş kesenin ağırlığı)

KM: Kuru madde

IVGS: İn vitro gerçek sindirilebilirlik

Ham protein, ham yağ, ham kül, NDF ve ADF sindirilebilirliği yem materyalinde ve sindirim sonrası kalan numunelerde bulunan besin maddesi konsantrasyonlarından yola çıkılarak hesaplanmıştır.

2.2.7. İstatistik analizler

İstatistiksel analizler SPSS 27 paket programı kullanılarak yapılmıştır. İlk olarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve gruplar arası varyansların eşit olup olmadığı Shapiro-Wilk ve Levenes testi kullanılarak incelenmiştir. Normal dağılım gösteren parametrelerde Bağımsız Örneklemeler için t testi; normal dağılım göstermeyenlerde Mann-Whitney U testi kullanılarak manda ve ineklerde kuru madde, ham protein, ham kül, ham yağ, NDF ve ADF sindirilebilirlikleri karşılaştırılmıştır. Analizler %95 güven aralığında yapılmış olup önemlilik düzeyi $p<0,05$ olarak baz alınmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, domates serası budama artıkları kullanılarak yürütülen araştırmada elde edilen veriler sunulmuş ve manda ile inek türleri arasında sindirim parametreleri bakımından karşılaştırmalar yapılmıştır. Daisy^{II} İnkübatör yöntemiyle gerçekleştirilen *in vitro* analizler sonucunda; kuru madde, *in vitro* toplam sindirilebilirlik, nötral deterjan fiber, ham kül, ham protein ve ham yağ değerlerine ilişkin bulgular değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren parametreler belirlenmiştir.

Çizelge 3.1'deki bulgular incelendiğinde, kuru madde (KM) içeriği manda örneklerinde %33,98, inek örneklerinde ise %32,33 olarak tespit edilmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,310$).

İn vitro gerçek sindirilebilirlik (IVGS) değerleri her iki türde oldukça benzer düzeylerde gerçekleşmiştir. Manda için %61,59, inek için ise %61,66 olarak hesaplanan IVGS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,924$).

Nötral deterjan fiber (NDF) içeriği açısından manda ve inekler arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Manda için %20,36, inek için %20,49 olarak tespit edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,924$).

Ham kül (HK) oranı ise ineklerde anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Mandalarda %29,91, ineklerde ise %33,76 olarak belirlenen HK değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,037$).

Ham protein (HP) açısından elde edilen sonuçlar manda lehine anlamlı bir üstünlük göstermiştir. Mandalarda %31,58, ineklerde ise %25,25 olarak ölçülen HP oranı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,0001$).

Ham yağ (HY) içeriği de manda örneklerinde anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Mandalarda %23,41, ineklerde ise %14,33 olarak tespit edilen HY oranları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,030$).

Çizelge 3.1. Manda ve İneklerde Domates Serası Budama Artıklarının İn Vitro Rumen Yıkımlanabilirlik Değerlerinin Karşılaştırılması (Daisy^{II} İnkübatör Sonuçları)

Parametreler	Manda	SEM	İnek	SEM	p
KM¹	33,98	0,32	32,33	0,66	0,310
IVGS²	61,59	0,49	61,66	0,41	0,924
NDF³	20,36	1,03	20,49	0,86	0,924
HK⁴	29,91	1,14	33,76	1,31	0,037*
HP⁵	31,58	0,76	25,25	0,92	<0,0001*
HY⁶	23,41	2,92	14,33	2,58	0,030*

1)Kuru Madde; 2) İn Vitro Gerçek Sindirilebilirlik; 3) Nötral Deterjan Fiber; 4) Ham Kül; 5) Ham Protein; 6) Ham Yağ.

4. TARTIŞMA

Daha önce yapılan çalışmalar göz önüne alındığında domates bitkisinin yan ürünlerinden olan posanın etkin kullanımıyla ilgili ayrıntılı bilgilere rastlansa da domates serasından elde edilen budama artıklarıyla ilgili bilgiler yetersizdir. Bu nedenle çalışmamızda, domates serası budama artıklarının büyükbaş ruminantlardan olan manda ve inek de *in vitro* rumen yıkımlanabilirliği incelenmiştir.

Çalışmada kullandığımız yem materyalinin manda ve ineklerdeki kuru madde rumen yıkımlanabilirliğine göre her iki türün de domates artıklarını benzer düzeyde tüketebildiği ve bu materyalin kaba yem alternatifi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Elde edilen *in vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri (IVGS) domates serası budama artıklarının, ruminantlar için sindirilebilirlik açısından tür farkı gözetmeksizin benzer performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle söz konusu atığın ekonomik bir kaba yem kaynağı olabileceği değerlendirilmektedir. NDF rumen yıkımlanabilirliği açısından da domates artıklarının lif içeriği bakımından her iki türde de benzer şekilde fermente edildiği ve ruminant beslenmesinde lif ihtiyacının karşılanması açısından bu materyalin işlevsel olduğunu göstermektedir. Ham kül yıkımlanabilirliğinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması ise mineral madde içeriklerinin türlere göre farklı şekilde sindirilmesi veya rumen ortamındaki çözünürlüğün değişiklik göstermesiyle açıklanabilir. İneklerin mineral içeriği bakımından bu atığı daha fazla ayrıştırması ise bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Ham protein (HP) rumen yıkımlanabilirliğinin mandalar lehine olan anlamlı üstünlüğü mandaların rumen mikrobiyotasının, domates budama artıklarındaki proteini daha etkin şekilde fermente edebildiğini ve mikrobiyal protein sentezinin daha verimli gerçekleştiğini göstermektedir. Bu bağlamda, söz konusu atığın mandalar için daha yüksek protein katkısı sağlayabileceği sonucuna varılabilir. Ham protein rumen yıkımlanabilirliğine benzer şekilde ham yağ (HY) rumen yıkımlanabilirliğinde de oluşan anlamlı üstünlük mandaların rumen ortamında lipidleri daha etkin şekilde yıkabildiğini ve enerji açısından daha fazla fayda sağlayabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla, domates serası atıklarının enerji değeri açısından mandalar için daha avantajlı olduğu söylenebilir.

Önceki araştırmalarda domates posasının koyun, keçi ve sığır gibi ruminantlar için değerli bir kaba yem kaynağı olabileceği belirtilmiştir (Gökdoğan vd., 2000; Denek ve Can, 2006; Keklikçi ve Selçuk, 2018). Ayrıca domates posasının süt verimi üzerine olumlu etkiler oluşturduğu (Erdinç vd., 1992), mısır hasılı ile silolanarak kaba yem kaynağı olarak değerlendirilebileceği (Savrunlu ve Denek, 2016) bildirilmiştir.

Tekin ve Kara (2020), tarafından yapılan çalışmada domates serası budama artığı (yaprak, sap ve gövde) silajlarında NDF içeriği %26,62 olarak bulunmuştur. Van Soest (1982), tarafından bildirildiği gibi yüksek NDF ve ADF içerikleri yemlerin sindirilebilirliğini olumsuz etkilerken çalışmamızda NDF (%48,22) ve ADF (%35,31) içerikleri açısından fermente domates budama artıkları (FDBA) orta düzeydeki lif içeriği sayesinde sindirilebilirliğin görece daha yüksek olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan FDBA'nın yem materyalinin besin madde içerikleri literatürde bildirilen diğer alternatif kaba yem kaynaklarıyla karşılaştırıldığında dikkat çekici sonuçlar elde edilmiştir. FDBA'nın kuru madde oranı %91,68 ile oldukça yüksek bulunmuş olup bu oran yonca kuru otu (yaklaşık %90) ve mısır silajı (%30) gibi klasik kaba yemlerin önemli bir kısmının üzerinde yer almıştır (Sert, 2024).

Keklikçi ve Selçuk (2018), tarafından yapılan çalışmada domates yan ürünlerinden olan domates posasının KM düzeyi %92,20 olarak tespit edilmiş ve çalışmamızda kullanılan domates serası budama artıklarında da KM oranı %91,68 (Çizelge 2.3) ile benzerlik göstermiştir.

Ham protein (HP) oranı %15,60 olan FDBA, Örün (2021), çalışmasında incelenen kerkol (%13,78) ve geven (%9,30) gibi alternatif kaba yemlerin üzerinde yer almış ve sadece yonca kuru otunda (%19,28) bu değer daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, domates atıklarının ruminant beslenmesinde protein katkısı sağlayabilecek potansiyel bir yem kaynağı olduğunu düşündürmektedir. Van Soest (1994) tarafından bildirildiği üzere, protein düzeyleri %15 civarında olan yemlerin ruminantların bazal protein gereksinimlerini karşılayabileceği ifade edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan yem materyalinin ham kül düzeyi (%17,80) iken Keklikçi ve Selçuk (2018), tarafından yapılan çalışmada ise yaş domates posasında %4,11 ham kül oranı bildirilmiştir. Kurutulmuş domates posası üzerinde yapılan çalışmalar da benzer şekilde düşük mineral madde içeriklerini göstermiştir. Gökdoğan vd. (2000), kurutulmuş domates posasında HK oranını %3,95 (Haşimoğlu vd., 1979) ve %5,3 (Ergen, 1991) olarak bildirmişlerdir. Bu düşük oranlar, domates posasının işlem sonrası aşırı su içeriğine bağlı mineral yoğunluğunun azaldığını ve domates serası budama artıklarının meyve posasına göre daha fazla yaprak, sap ve kurumuş bitki parçaları içerdiği için doğal olarak daha fazla mineral madde içerdiğini göstermektedir. Bu durum, mineral açısından zengin kaba yem ihtiyacını karşılamak için önemli bir avantaj sağlamakta ve %17,80'lik ham kül (HK) içeriği mineral madde açısından

zengin bir profil sunduğunu düşündürmektedir. Ancak yüksek kül içeriğinin özellikle sodyum ve potasyum dengesinde sorun yaratabileceği ve yem formülasyonunda dikkate alınması gerektiği belirtilmelidir (Sarwar vd., 1992).

Ham yağ (HY) oranı %3,77 ile heliz otu (%2,54) ve geven bitkisi (%2,36) gibi alternatif kaba yemlerin üzerinde ancak mısır silajı (%3,00) ile benzer düzeyde bulunmuştur. Ham yağ içeriklerinin yüksek olması yemin enerji içeriğini artırarak ruminant performansı üzerinde olumlu etkiler elde edilebileceğini akla getirmektedir (Örün, 2021).

Ayrıca Karagöz (2022), çalışmasında yonca kuru otu ve yonca silajının yüksek sindirilebilirlik oranlarına sahip olduğu buna karşılık mısır silajı gibi düşük lif kalitesine sahip yemlerde sindirilebilirliğin azaldığı rapor edilmiştir. Bu bulgular, FDBA'nın kaba yem rasyonlarında dengeleyici bir bileşen olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Özellikle Fülya Sert (2024), tarafından yürütülen çalışmada melas ve üre ile muamele edilen mısır hasat artıklarında organik madde sindirilebilirliği (OMS) ve metabolize edilebilir enerji (ME) değerlerinde belirgin artışlar gözlenmiş, lif oranlarının ise azaldığı belirtilmiştir. Bu durum benzer işlemlerle domates atıklarının da sindirilebilirlik ve enerji içeriklerinin daha da iyileştirilebileceğini düşündürmektedir.

KM oranları sadece yem maddesinin fiziksel özellikleri açısından değil, sindirilebilirlik ve hayvan performansı açısından da önemlidir. Wadhwa ve Bakshi (2013), domates artıklarının yüksek su içeriği sebebiyle doğrudan kullanılamadığını ancak kurutularak veya uygun fermentasyon işlemleriyle yem kalitesinin artırılabilirliğini belirtmişlerdir.

Aydoğan (2022), tarafından yürütülen bir çalışmada da domates serası budama atıklarının kuzu rasyonlarına %2,5 ve %5 düzeylerinde ilave edilmesi durumunda kuru madde tüketimi üzerinde anlamlı olumsuz bir etkisinin olmadığı ve ruminantların bu atıkları tolere edebildiği belirtilmiştir. Bu sonuçlar, seradan elde edilen daha kuru yapılı domates artıklarının sindirilebilirlik açısından kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda domates serası budama artıklarının *in vitro* ham kül (HK) yıkımlanabilirliği manda (%29,91) ve inekler (%33,76) arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p=0,037$). İneklerde ham kül sindirilme oranı mandalara göre belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, her iki türün rumen ortamında mineral maddelerin çözünmesi ve sindirilme kapasiteleri açısından farklılık gösterebileceğini işaret etmektedir.

İnek ve manda türleri arasındaki mineral madde sindirim kapasiteleri de bu farklılıkta etkili olabilir. Chanthakhoun vd. (2012), Wanapat vd. (2003), tarafından bildirildiği üzere, mandaların lifli yemleri daha iyi sindirme kapasitelerine rağmen bazı mineral fraksiyonlarının çözünme ve kullanılabilirlik açısından sığırlara kıyasla daha düşük performans gösterebileceği belirtilmiştir.

Çalışmamızda domates serası budama artıklarının rumende ham protein (HP) yıkımlanabilirliği mandalar (%31,58) ve inekler (%25,25) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p<0,0001$). Mandaların domates serası atıklarından daha yüksek düzeyde protein sindirimi gerçekleştirebildiği belirlenmiştir. Bu bulgu, domates serası atıklarının ruminantlar özellikle mandalar için değerli bir protein kaynağı olabileceğini göstermektedir.

Hayashi vd. (2009), tarafından yapılan bir çalışmada da mısır silajı ile beslenen mandaların ineklere göre daha yüksek kuru madde ve protein tüketimi gerçekleştirdiği bu durumun süt verimi üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Wang vd. (2014), yonca temelli rasyonların ineklerde daha yüksek mikrobiyal protein sentezine yol açtığını fakat düşük kaliteli saman bazlı diyetlerde bu etkinin azaldığını göstermiştir. Bu bulgular, yüksek kaliteli protein kaynaklarının hayvan performansı üzerindeki kritik rolünü desteklemektedir.

Gandra vd. (2011), mandaların düşük kaliteli yemlerde daha iyi azot dengesi sağladığını ve özellikle azot kullanım etkinliklerinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu bulgu, çalışmamızda mandaların domates serası artıklarındaki proteinden daha iyi yararlandıklarını göstermektedir. Terramoccia vd. (2000), mandaların rumende protein sindiriminin sığır ve koyunlardan daha yüksek olduğunu rapor ederek bu durumu daha yoğun proteolitik aktivite ile ilişkilendirmiştir.

Puppo vd. (2002), ise mandaların rumenlerinde daha yüksek bakteri popülasyonuna sahip olduklarını bunun da hem lifli hem de proteinli yemlerin daha etkin sindirilmesine katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Sari vd. (2022), tarafından yapılan daha güncel bir çalışmada da mandaların rumenlerinden izole edilen fibrolitik bakterilerin güçlü proteolitik aktivite sergilediği bildirilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, domates serası budama atıklarının protein açısından yüksek besin değerine sahip olduğu ve özellikle mandaların bu protein kaynağını daha etkin kullandığı açıkça görülmektedir.

Çalışmamızda domates serası budama artıklarının rumende ham yağ (HY) yıkımlanabilirliği mandalar (%23,41) ve inekler (%14,33) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık

göstermiştir ($p=0,030$). Bu bulgu, farklı ruminant türlerinde yağ sindiriminin türe özgü rumen mikroflorası, fizyolojik adaptasyonlar ve metabolik farklılıklardan etkilendiğini düşündürmektedir.

Ruminantlarda yağ sindirimi üzerine yapılan çalışmalarda Lock vd. (2006), yağ sindiriminin türlere ve rumen mikrobiyal aktivitesine bağlı olarak değişebileceğini; mandaların belirli lipid bileşenlerinde daha etkin sindirim kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Hayashi vd. (2009) ise mısır silajı ile beslenen mandalarda daha yüksek kuru madde ve enerji tüketimi sonucu süt üretiminde artış sağlandığını bildirmiştir. Bu bulgular, mandaların lipid kullanımında da avantajlı olduklarını göstermektedir.

Ayrıca, Wang vd. (2014), tarafından yapılan bir çalışmada da kaliteli yemler ile beslenen ineklerde daha iyi süt yağı verimi elde edildiği, düşük kaliteli yemlerin ise yağ sentezini olumsuz etkilediği ifade edilmiştir. Bu durum, domates serası budama atıklarının enerji ve yağ içeriğinin ruminant performansı üzerindeki önemini vurgulamaktadır.

Wang vd. (2020), mandaların rumen mikrobiyal çeşitliliğinin daha yüksek olduğunu, özellikle fibrolitik bakteriler (*Ruminococcus*, *Ruminobacter*) açısından daha zengin bir rumen ortamına sahip olduklarını belirtmiştir. Bu bakteriler yalnızca lif değil, aynı zamanda yağ içeren bitkisel hücre duvarlarının daha etkili parçalanmasını da kolaylaştırmaktadır. Bu durum, yağlı bileşenlerin daha etkin şekilde açığa çıkmasına ve sindirime sunulmasına katkı sağlayabilir. Benzer şekilde Naik vd. (2009), ruminal korumalı yağ takviyesinin mandalarda ham yağ sindirilebilirliğini ve metabolik enerji içeriğini anlamlı biçimde artırdığını göstermiştir.

Bu farklılığın bir başka açıklaması ise Buccioni vd. (2012), tarafından ortaya konmuştur. Çalışmada rumendeki lipoliz ve biyohidrojenasyonun, ruminant türüne, diyet bileşimine ve mikroorganizmaların lipaz aktivitesine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği vurgulanmıştır. Mandaların rumen mikroorganizmalarının, özellikle doymamış yağ asitlerinin toksisitesine karşı daha dirençli olduğu ve yağları daha etkin dönüştürebildiğini bildirmişlerdir.

Bauman vd. (2003), ise bu süreci sistematik düzeyde değerlendirerek, ruminantlarda HY'nin sadece enerji kaynağı olmadığını aynı zamanda bazı yağ asitlerinin gen düzeyinde düzenleyici ve metabolik rol oynadığını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda, mandaların daha fazla HY yıkımıyla daha fazla enerji ve biyolojik yararlanım elde ettikleri düşünülebilir.

Sunulan çalışmada elde edilen HY yıkımlanabilirliği farkı, literatürde yer alan bulgularla örtüşmektedir. Mandaların daha zengin rumen mikroflorasına sahip olması, daha etkin lipoliz

yeteneği ve yağ metabolizmasındaki fizyolojik adaptasyonları domates serası budama artıklarından elde edilen ham yağın daha iyi sindirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum mandaların düşük kaliteli ve yağ içeriği yüksek tarımsal artıklarla daha iyi performans gösterebileceğini akla getirmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, domates serası budama artıklarının manda ve ineklerde *in vitro* rumen yıkımlanabilirlik özellikleri değerlendirilmiştir. Araştırmanın temel amacı, seracılık faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan ve genellikle atık olarak değerlendirilen bitki materyallerinin ruminant beslemede alternatif bir kaba yem kaynağı olarak kullanım potansiyelini belirlemek olmuştur.

Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, domates serası budama atıklarının kimyasal kompozisyon açısından yüksek kuru madde ve kabul edilebilir düzeyde ham protein içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda bu kaba yem kaynağının yonca kuru otu alternatifi olarak kullanımının uygun olabileceği düşünülmüştür. Manda ve ineklerde yapılan *in vitro* sindirim denemeleri sonucunda özellikle mandaların bu atıklardan daha yüksek oranda yararlanabildiği gözlemlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, domates serası budama atıklarının ruminant beslenmesinde özellikle mandalar için alternatif ve ekonomik bir kaba yem kaynağı olabileceğini göstermektedir. Bu durum hem hayvansal üretim maliyetlerinin düşürülmesine hem de tarımsal atık yönetimine katkı sağlayarak çevresel sürdürülebilirliğin artırılmasına imkan verebilecektir.

Bununla birlikte, bu çalışma *in vitro* koşullarda gerçekleştirilmiş olup elde edilen verilerin doğrulanması amacıyla *in vivo* sindirim denemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede seradan elde edilen budama atıklarının hayvan performansı, yem tüketimi, sindirilebilirlik ve ürün verimi üzerindeki etkileri daha net bir şekilde ortaya koyulabilir.

6. KAYNAKLAR

- Abak, K. (2016). Türkiye’de domatesin dünü, bugünü ve yarını. *Türktob Dergisi*, 17, 8-13.
- Adesogan, A. T. (2005). Effect of bag type on the apparent digestibility of feeds in ANKOM DaisyII incubators. *Animal feed science and technology*, 119(3-4), 333-344.
- Alaca, F., & Arslan, N. (2012). Sekonder metabolitlerin bitkiler açısından önemi. *Ziraat Mühendisliği*, (358), 48-55.
- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V., & Özdoğan, M. (2010). Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunlari. *Ziraat Mühendisleri Odası Dergisi*.
- Anonim, 2008, Domates Yetiştiriciliği, MEGEP, Ankara <https://megep.meb.gov.tr/>, 12.02.2025
- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists. In: Official Methods of Analysis. Eds: Helrich, K., USA, p: 69-88.
- Aydoğan, B. (2022). Fermente Domates Yaprağı Kullanımının Kuzu Performansı Üzerine Etkileri. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Doktora Tezi. 125s. Afyonkarahisar.
- Baran, M. F., Bellitürk, K., & Çelik, A. (2021). *Ruminant hayvanlarda alternatif yemleme sistemi olarak tercihli yemleme*. İKSAD Publishing. Ankara.
- Baran, M. S., Altaçlı, S., Kaplan, O., & Deniz, S. (2017). The determination of nutrient value, digestibility and energy levels of compound feeds used for ruminant nutrition by *in vitro* methods. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(7), 832-835.
- Başar, Y., & Atalay, A. İ. (2020). Turunçgil posalarının ruminant beslemede alternatif yem kaynağı olarak kullanımı ve metan üretim kapasiteleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 1449-1455. <https://doi.org/10.21597/jist.725292>
- Bauman, D. E., Perfield, J. W., De Veth, M. J., & Lock, A. (2003, October). New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. In *Proc. Cornell Nutr. Conf* (Vol. 65, pp. 175-189). NY, USA: Cornell University.
- Beckles, D. M. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest biology and technology*, 63(1), 129-140.
- Benakmoum, A., Larid, R., & Zidani, S. (2013). Enriching egg yolk with carotenoids and phenols. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 7(7), 489-493.
- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology advances*, 32(1), 170-189.
- Bilal, Y., Selçuk, B., Bakır, T., Güven, İ., Erer, M., & Kılıç, H. (2024). Maralfa otunun *Miscanthus giganteus* ruminant rasyonlarına yonca kuru otu yerine ikame edilmesiyle *in vitro* gaz üretimi ve organik madde sindirim parametrelerinin belirlenmesi. *AgriTR Science*, 6(1), 40-46.
- Boğa, M., Kocadayıoğulları, F., & Erkan Can, M. (2021). Tanenlerin ruminant hayvan beslemede kullanımı. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 4(4), 217-225. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.937301>
- Boyras, N., B., Sürel., (2004). Bitki Hastalıklarına Dayanıklılıkta Fenoliklerin Rollerini Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 34, 56-69.
- Buccioni, A., Decandia, M., Minieri, S., Molle, G., & Cabiddu, A. (2012). Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. *Animal Feed Science and Technology*, 174(1-2), 1-25.
- Budağ, C. (2009). Baklagil tane yemleri ve ruminant beslenmede kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 88-101.

- Canbolat, Ö. (2019). Yem Analiz Yöntemleri ve Yem Değerlendirme. Medyay Kitabevi, Bursa, s: 433-488.
- Canbolat, Ö., & Karabulut, A. (2014). Hayvansal yağların ruminant beslemede kullanılması. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 0(3).
- Canpolat, S. (2016). Domateste görülen önemli hastalıklar ve mücadelesi. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 17, 55-59s.
- Cesur, C. (2010). Sürdürülebilir tarımda yem bitkilerinin rolü ve önemi (Derleme). *Bitkisel Araştırma Dergisi* (2010) 2: 31–34.
- Chanthakhoun, V., Wanapat, M., & Berg, J. (2012). Comparison of ruminal fermentation characteristics and microbial population in swamp buffalo and cattle. *Animal Science Journal*, 83(8), 525-531.
- Çağrı, A., & Kara, K. (2018). Aspir bitkisinin at ve ruminantlarda *in vitro* sindirim parametrelerine ve metan üretimine etkisi. *Acta Veterinaria Eurasia*, 44(2), 73–84.
- Çerçioğlu, M. (2018). Sürdürülebilir atık yönetiminde sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 167-178.
- Çıtak, S., Sönmez, S., & Öktüren, F. (2006). Bitkisel Kökenli Atıkların Tarımda Kullanılabilir Olanakları. *Derim*, 23(1), 40-53.
- Çimen, Z. A. (2021). Örtü Altı Sebzecilik. İksad Yayınevi, Ankara, s:41-53.
- Çolakoğlu B. (2018). Tarımsal atıkların alternatif kullanım alanları konusunda üretici eğilimleri, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 117s, Tekirdağ.
- Demirbas, A. (2005). Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. *Progress in energy and combustion science*, 31(2), 171-192.
- Denek, N., & Can, A. (2006). Domates Posasının Yem Olarak Kullanımı. *Hasad Hayvancılık Dergisi*, 22(258), 68-72.
- Denek, N., & Deniz, S. (2004). Ruminant Beslenmesinde Kullanılan Bazı Dane Yemlerinin Enerji Düzeylerinin *In Vivo* ve *In vitro* Metotlarla Belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28(1).
- Dorais, M., Ehret, D. L., & Papadopoulos, A. P. (2008). Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. *Phytochemistry Reviews*, 7, 231-250.
- Duman, İ. (2016). Sanayilik domates yetiştiriciliği. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 17, 18-21s.
- Duman, İ., Tüzel, Y., & Appelman, D. J. (2020). Türkiye’de sebze üretiminde tür ve çeşit tercihleri. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 169-178.
- Durmuş, E., & Semerci, A. (2023). Sofralık Domates Üretiminde Gelir, Verim ve Maliyet Faktörlerinin Farklılık Analizleri: Çanakkale İli Örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 46-57.
- Durmuş, İ., & Eryavuz, A. (2012). Ruminant hayvanlarda yüksek çinko tüketiminin etkileri. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 5(2), 35–41.
- Durmuş, M., Yetgin, Ö., Abed, M. M., Haji, E. K., & Akcay, K. (2018). Domates bitkisi, besin içeriği ve sağlık açısından değerlendirmesi. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 1(2), 59-74.
- Er, S., & Özçelik, A. (2016). Ankara’daki sığır besi işletmelerinin ekonomik yapısının faktör analizi ile incelenmesi. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 26(1), 17-25.
- Erdoğan, N., Küçük, M., & Uğur, F. (1992). Sığır Besisinde Domates Posasının Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(1-2), 35-42.
- Ergen, A. (1991). Kuru domates posasının yem değerleri ve karma yem sanayiine uygunluğu. *Gıda-Yem Dergisi*, sayı, 1, 33-37.

- Ergün, O. F., & Bayram, B. (2021). Türkiye'de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2), 158-175.
- FAO, (2023). Gateway to dairy production and products. FAO. 13.03.2025
- FAOSTAT, (2023). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/>, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fish, W. W., Perkins-Veazie, P., & Collins, J. K. (2002). A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. *Journal of food composition and analysis*, 15(3), 309-317.
- Friedman, M. (2002). Tomato glycoalkaloids: role in the plant and in the diet. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(21), 5751-5780.
- Gandra, J. R., et al. (2011). Productive performance, nutrient digestion and metabolism of Holstein and Nellore cattle and Mediterranean Buffaloes fed corn-silage based diets. *Livestock Science*, 140(1-3), 283-291.
- Gemalmaz, E., & BİLAL, T. (2016). Alternatif kaba yem kaynakları. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 56(2), 63-69.
- Gerster, H. (1997). The potential role of lycopene for human health. *Journal of the American College of Nutrition*, 16(2), 109-126.
- Getachew, G., DePeters, E. J., & Robinson, P. H. (2004). *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. *California agriculture*, 58(1).
- Gopalakrishnan, T.R., (2007). Chapter 1 and Chapter 5. In: Vegetable Crops. Ed: Peter, K.V., New India Publishing, New Delhi, p: 1-9, 87-101.
- Gökdoğan, T., Şevik, R., & Konca, Y. (2000). Rasyona İlave Edilen Kurutulmuş Domates Posası Düzeyinin Kıl Keçisi Oğlaklarının Besi Performansına Etkisi. International Animal Nutrition Congress 2000, Isparta, Bildiriler kitabı, s:564-571.
- Gökgöz, H., & Kayahan, C. (2021). HAYVANCILIK SEKTÖRÜNDE RİSK ALGISI VE DAVRANIŞLARI: AFYONKARAHİSAR ÖRNEĞİ. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 279-295.
- Guo, C., Wu, Y., Li, S., Cao, Z., Wang, Y., Mao, J., ... & Xu, X. (2022). Effects of different forage types on rumen fermentation, microflora, and production performance in peak-lactation dairy cows. *Fermentation*, 8(10), 507.
- Gül, E. N., Özgöz, E., & Altuntaş, E. (2020). Domates meyvelerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerine olgunluk dönemi ve muhafaza sürelerinin etkileri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1(1), 12-28.
- Gültepe, E., & Bayram, İ. (2019). Bitkisel ve endüstriyel atıkların ruminant beslemede etkin kullanımının hayvan verimi üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri Animal Nutrition and Nutritional Diseases-Special Topics*, 5(3), 14-21.
- Gülümser, E., Mut, H., Başaran, U., & Doğrusöz, M. Ç. (2022). Kaba Yem Kaynağı Olarak Şerbetçi Otu (*Humulus lupulus* L.). *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 609-615.
- Gümüş, H., & Karakaş Oğuz, F. (2014). Mayanın ruminant metabolizması üzerine olan etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 93-103.
- Günel, M., Özkaya, S., & Öter, M. (2017). Bazı pazar artıklarının *in vitro* gaz üretim yöntemiyle yem değerinin saptanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 12(2), 23-29.
- Gürsoy, E. (2022). Yemlerde Bulunan Antinutrisyonel Maddeler ve Hayvan Beslemede Kullanımları. İçinde: Güncel Multidisipliner Teknik Araştırmalar. Ed: Öz, A., SRA Academic Publishing, s: 44-68.
- Güvenç, İ. (2019). Türkiye’de domates üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 57-61

- Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen, M., Mapato, C., Ampapon, T., Wanapat, M., & Vanhatalo, A. (2018). Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects. *Animal*, 12(s2), s295-s309.
- Haşımoğlu, S., Çakır, A., Aksoy, A., & Özen, N. (1979). Domates salçası atıklarının (kuru domates posası) kaba yem kaynağı olarak kullanılması olanağı üzerinde bir araştırma. *AÜ ZF Dergisi*, 10(1-2).
- Hayashi, Y., et al. (2009). Effects of maize silage feeding on dry matter intake and milk production of dairy buffalo and cattle in Tarai, Nepal. *Animal Science Journal*, 80(4), 418–427.
- Holden, L. A. (1999). Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. *Journal of dairy science*, 82(8), 1791-1794.
- İnt. Kay. 1, <https://avys.omu.edu.tr> › domates yetiştiriciliği.pdf, 11.02.2025
- İnt. Kay. 2, <https://www.gapteyap.org> › domates yetiştiriciliği.pdf, 11.02.2025
- İnt. Kay. 3, <https://m.ataaof.edu.tr/>, 20.04.2025.
- Jenkins, J. A. (1948). The origin of the cultivated tomato. *Economic Botany*, 2, 379-392.
- Kadiroğlu, B., Alpay, G., & Yeşilbağ, K. (2020). Diyarbakır bölgesindeki ruminantlarda solunum sistemi viruslarının seroprevalansı ve pestivirus varlığının araştırılması. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 39(1), 26–33. <https://doi.org/10.30782/jrv.559809>
- Kan, A., & Direk, M. (2004). Konya ilinde kırmızı et fiyatlarındaki gelişmeler. *SÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(34), 35-40.
- Kara, K., Ozkaya, S., Baytok, E. R. O. L., Guclu, B. K., Aktug, E., & Erbas, S. (2018). Effect of phenological stage on nutrient composition, *in vitro* fermentation and gas production kinetics of *Plantago lanceolata* herbage. *Veterinárni medicína*, 63(6).
- Kara, N. K., Yüksel, O. (2014). Karabuğdayı Hayvan Yemi Olarak Kullanabilir miyiz?. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3), 295-300.
- Karaca, C. (2017). Antalya’da seracılık biyokütle artıklarının potansiyelinin haritalanması ve enerji üretim amacıyla değerlendirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1), 21-25.
- Karaca, C., Öztürk, H. H., & Ekinci, K. (2016). Aydın ilinde bitkisel kökenli tarımsal biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi. 2. *Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu*, 27-30.
- Karagöz, D. M. (2022). *Farklı hayvan türlerine ait rumen sıvılarına kitosan ilavesinin bazı kaba yemlerin in vitro sindirilebilirliklerine etkisinin belirlenmesi* (Ortak Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi & Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).. Afyonkarahisar.
- Karaköy, T. (2023). Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Yetiştiriciliği. İçinde: *Sebze Yetiştiriciliği*. Ed: Baktemur, G., İksad Publishing House, Ankara, S:2-29.
- Karakuş, Ü. (2018). Yem ve Hayvansal Üretim İlişkisi. *TÜRKTOB Dergisi*, (25), 14-19.
- Kaya, A., & Kaya, H. (2023). Zeytin yapraklarının ruminant hayvan beslemede kullanılabilirliği. *Palandöken Journal of Animal Sciences Technology and Economics*, 2(2), 70–76. <https://doi.org/10.5152/JASE.2023.23010>
- Kaya, A., Başer, A., Kaya, A., & Selçuk, B. (2022). Ruminant rasyonlarına farklı oranlarda ikame edilen sandal ağacı (*Arbutus andrachne*) yapraklarının potansiyel yem değeri ve anti-metanojenik özelliklerinin *in vitro* gaz üretim yöntemi ile belirlenmesi. *Palandöken Journal of Animal Sciences Technology and Economics*, 1(1), 1–6.
- Kaya, E. (2018). Bazı Pazar Artıklarının Besleme Değerlerinin ve Anti-Metanojenik Özelliklerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 104s. Kahramanmaraş.

- Keklikçi, A., & Selçuk, Z. (2018). Domates posasının ruminantlar için sindirilebilirliğinin belirlenmesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 89(2), 58-65.
- Keleş, G. (2015). Zeytin Posasının Ruminantlar İçin Besin Ve Besleme Değeri. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10), 780-789.
- Kılıç, H. Ç., Isparta, L., Yardımcı, N., & Doğan, K. (2017). Isparta ve Burdur İlleri Üretim Alanlarında Yetiştirilen Domateslerde Domates Lekeli Solgunluk Virüsü'nün Tanımlanması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 34-39.
- Kılıç, Ü., & Sarıçiçek, B. Z. (2006). *In vitro* gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. *Hayvansal Üretim*, 47(2).
- Korkmaz, F., & Soykan Önenç, S. (2017). Raf ömrü dolan gıdaların ruminant beslemede alternatif yem kaynağı olarak kullanımı. *Hayvansal Üretim*, 58(1), 28-32. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.331509>
- Köksal, N., İncesu, M., & Teke, A. (2013). Aydınlatma Sisteminin Domates Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (2), 71-75.
- Kurt, Ö., Kamalak, A., Atalay, A. İ., Kaya, E., & Kurt, A. N. (2022). Ruminant beslemede kullanılan bazı kaba ve kesif yemlerin *in vitro* gaz üretimlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 9(2), 406-412. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1076090>
- Kutlu, H. R. (2023). Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ders Notu, 3. Revizyon, Adana, 3.*
- Kutlu, H. R., & Özen, N. (2009). *Hayvan beslemede son gelişmeler*. VI. Ulusal Zootečni Bilimsel Kongresi. Zootečni Derneği. http://zootečni.org.tr/upload/File/Hayvan_Beslemede_Son_Gelimeler--HBDernei.pdf
- Kutlu, H. R., & Serbester, U. (2014). Ruminant beslemede son gelişmeler. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 2(1), 18-37.
- Lock, A.L., Harvatine, K.J., Drackley, J.K., Bauman, D.E. (2006). Concepts of Fat and Fatty Acid Digestion in Ruminants. *Intermountain Nutrition Conference Proceedings*, 85-100.
- López, S. (2005). *In vitro* and *in situ* techniques for estimating digestibility. In *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*, 2nd ed.; CAB International: Wallingford, UK, pp. 87-121.
- Luciano, A., Tretola, M., Ottoboni, M., Baldi, A., Cattaneo, D., & Pinotti, L. (2020). Potentials and challenges of former food products (food leftover) as alternative feed ingredients. *Animals*, 10(1), 125.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. (2010). *Animal Nutrition* 7th ed., England UK. p: 171-188
- Mejares, C. T., Huppertz, T., & Chandrapala, J. (2022). Thermal processing of buffalo milk—A review. *International Dairy Journal*, 129, 105311.
- Ménard, O., Ahmad, S., Rousseau, F., Briard-Bion, V., Gaucheron, F., & Lopez, C. (2010). Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. *Food Chemistry*, 120(2), 544-551.
- Mencet Yelboğal M. N. & Sayın C. & Eryiğit F. D. (2019). Antalya'da Serada Domates Üretimi Yapan Üreticilerin Tarımsal Atıkların Değerlendirilme Yöntemleri, *Agricultural Sciences*, 236, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Antalya.
- Moyano, F. J., Saénz de Rodrigáñez, M. A., Díaz, M., & Tacon, A. G. (2015). Application of *in vitro* digestibility methods in aquaculture: constraints and perspectives. *Reviews in Aquaculture*, 7(4), 223-242.

- Naik, P. K., Saijipaul, S., & Rani, N. (2009). Effect of ruminally protected fat on *in vitro* fermentation and apparent nutrient digestibility in buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Animal Feed Science and Technology*, 153(1-2), 68-76.
- Orman, Ş., & Kaplan, M. (2004). Kumluca ve Finike yörelerinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 17(1), 19-29.
- Özdoğan, N., & Seferoğlu, S. (2015). Aşağı Büyük Menderes Havzasında Sanayi Domatesi Yetiştiriciliği Yapılan Arazilerin Toprak Özellikleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 109-115.
- Özdüven, M. L., Coşkuntuna, L., & Koç, F. (2005). Üzüm Posası Silajının Fermantasyon Ve Yem Değeri Özelliklerinin Saptanması. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 45-50.
- Özer, H. (2016). Organik domates yetiştiriciliği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2(1), 43-53.
- Özkan, Ç. Ö., Cengiz, T., Yanık, M., Evlice, S., Selçuk, B., Ceren, B., & Kamalak, A. (2020). Ruminant hayvan beslemede kullanılan bazı kaba ve kesif yemlerin *in vitro* gaz üretiminin, metan üretiminin, sindirim derecesinin ve mikrobiyal protein üretiminin belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(1), 56–60.
- Özkan, Ç. Ö., Kurt, Ö., Atalay, A. İ., Kaya, E., & Kamalak, A. (2017). Bazı sebze yaprakların kimyasal kompozisyonları ve ruminant hayvanlar için besleme değerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 371–376.
- Özkan, U., & Şahin Demirbağ, N. (2016). Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 23-27.
- Öztürk, H., & Gur, G. (2021). Rumen physiology: microorganisms, fermentation and manipulation. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68(4), 423-434.
- Öztürk, M.U. 2021, Lenox (brassica rapa l.) Bitkisinin Silolanma Özellikleri, İn vitro Sindirilebilirlik ve Enerji İçeriğine Farklı Katkıların Etkisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, s: 40, Van.
- Patanè, C. (2011). Leaf area index, leaf transpiration and stomatal conductance as affected by soil water deficit and VPD in processing tomato in semi arid Mediterranean climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197(3), 165-176.
- Pennington, J. A., & Fisher, R. A. (2009). Classification of fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, S23-S31.
- Peralta, I. E., & Spooner, D. M. (2005). Morphological characterization and Relationships of wild tomatoes (*Solanum* L. Section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. Subsection *Lycopersicon*).
- Peralta, I. E., Spooner, D. M., & Knapp, S. (2008). Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Juglandifolia*, sect. *Lycopersicon*; *Solanaceae*).
- Petro-Turza, M. (1986). Flavor of tomato and tomato products. *Food Reviews International*, 2(3), 309-351.
- Pıçak, C. A. M., & Pıçak, M. (2007). Gap Bölgesinde Hayvancılığın Gelişimi ve Türkiye İçindeki Konumu. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(22), 13-37.
- Puppo, S., et al. (2002). Rumen microbial counts and *in vivo* digestibility in buffaloes and cattle given different diets. *Animal Science*, 75(2), 323–329.
- Quinet, M., Angosto, T., Yuste-Lisbona, F. J., Blanchard-Gros, R., Bigot, S., Martinez, J. P., & Lutts, S. (2019). Tomato fruit development and metabolism. *Frontiers in plant science*, 10, 1554.

- Raiola, A., Rigano, M. M., Calafiore, R., Frusciante, L., & Barone, A. (2014). Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators of inflammation*, 2014(1), 139873.
- Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological research*, 55(3), 207-216.
- Rick, C. M. (1980). Tomato. In: *Hybridization of crop plants*, Eds: Fehr, W., Hadley, H., The American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin, p: 669-680.
- Rosati, C., Aquilani, R., Dharmapuri, S., Pallara, P., Marusic, C., Tavazza, R., ... & Giuliano, G. (2000). Metabolic engineering of beta-carotene and lycopene content in tomato fruit. *The plant journal*, 24(3), 413-420.
- Sahlin, E., Savage, G. P., & Lister, C. E. (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food composition and Analysis*, 17(5), 635-647.
- Sainju, U. M., Dris, R., & Singh, B. (2003). Mineral nutrition of tomato. *Food Agric. Environ*, 1(2), 176-183.
- Salem, H. B., Ateş, S., & Keleş, G. (2014). Boosting the role of livestock in the vulnerable production systems in North Africa and West Asia region. In *International Participated Small Ruminant Congress* (p. 49).
- Sarıyer, T. (2011), Afyonkarahisar İli Ekolojik Şartlarına Uygun Sofralık Domates Çeşitlerinin Belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68s, Kahramanmaraş.
- Sari, S. L. A., et al. (2022). Lipolytic and proteolytic activities of fibrolytic bacteria from buffalo rumen. *Advances in Biological Sciences Research*, 22, 437-445.
- Sarwar, M., Firkins, J. L., & Eastridge, M. L. (1992). Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 75(6), 1533-1542.
- Savrunlu, M. (2015). Mısır Silajına Farklı Seviyelerde Yaş Domates Posası İlavesinin Silaj Kalitesi ile İn Vitro Sindirim Üzerine Etkisinin Araştırılması. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 42s. Şanlıurfa.
- Savrunlu, M., & Denek, N. (2016). Farklı Seviyelerde Yaş Domates Posası İlavesi ile Hazırlanan Mısır Silajının Kalitesinin Araştırılması. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(1), 5-11.
- Scanes, C. G. (2018). Animal products and human nutrition. In *Animals and Human Society* (pp. 41-64). Academic Press.
- Semerci, A., & Çelik, A. D. (2016). Türkiye’de küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin genel durumu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2).
- Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A., & Eltez, R. Z. (2000). Türkiye’de Örtüaltı Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, Ankara, 2: 679-707.
- Shcherban, A. B. (2019). Prospects for marker-associated selection in tomato *Solanum lycopersicum* L. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii= Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 23(5), 534-541.
- Sırakaya, S. (2023). Gernik (Gacer, Kavılca) buğdayı (*Triticum dicoccum*) ve yan ürünlerinin ruminant hayvanlar için yem değeri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(1), 210-217. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1030415>
- Silva-Beltrán, N. P., Ruiz-Cruz, S., Cira-Chávez, L. A., Estrada-Alvarado, M. I., Ornelas-Paz, J. D. J., López-Mata, M. A., ... & Márquez-Ríos, E. (2015). Total phenolic, flavonoid, tomatine, and tomatidine contents and antioxidant and antimicrobial activities of extracts of tomato plant. *International journal of analytical chemistry*, 2015(1), 284071.

- Sindhu, J. S., & Arora, S. (2011). Milk I buffalo milk. In J. W. Fuquay (Ed.), *Encyclopedia of dairy sciences* (2nd edn., pp. 503-511). New York, NY, USA: Academic Press. Singh, H. (2004). Heat stability of milk. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 111-119.
- Skolik, P., Morais, C. L., Martin, F. L., & McAinsh, M. R. (2019). Determination of developmental and ripening stages of whole tomato fruit using portable infrared spectroscopy and Chemometrics. *BMC Plant Biology*, 19, 1-15.
- So S., Cherdthong A. And Uriyapongson S., 2019. Potential Use Of Tomato Pomace As Ruminants Diet: A Review. *Journal By Innovative Scientific Information & Services Network*, 16(2): 1538-1548.
- Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş. (2014). Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. *Derim*, 31(2), 107-130.
- Stern, M. D., Bach, A., & Calsamiglia, S. (1997). Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *Journal of animal science*, 75(8), 2256-2276.
- Sürmen, M., Yavuz, T., Çankaya, N., & Töngel, M. Ö. (2008). Karadeniz Bölgesinde hayvan besleme alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 49-53.
- Tarı, A. F., & Sapmaz, M. (2017). Farklı sulama düzeylerinin serada yetiştirilen domatesin verim ve kalitesine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 6(2), 11-17.
- Tassone, S., Fortina, R., & Peiretti, P. G. (2020). *In vitro* techniques using the DaisyII incubator for the assessment of digestibility: A review. *Animals*, 10(5), 775.
- Taveira, M., Ferreres, F., Gil-Izquierdo, A., Oliveira, L., Valentão, P., & Andrade, P. B. (2012). Fast determination of bioactive compounds from *Lycopersicon esculentum* Mill. leaves. *Food chemistry*, 135(2), 748-755.
- Tekeli, A., Çelik, L., & Kutlu, H. R. (2007). Plant extracts; a new rumen moderator in ruminant diets. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 71-79.
- Tekin, M., & Kara, K. (2020). The forage quality and the *in vitro* ruminal digestibility, gas production, organic acids, and some estimated digestion parameters of tomato herbage silage with molasses and barley. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44(2), 201-213. <https://doi.org/10.3906/vet-1908-47>
- Terramoccia, S., et al. (2000). Protein and protein-free dry matter rumen degradability in buffalo, cattle and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. *Livestock Production Science*, 65(2), 185-195.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A. (1963). A two stage technique for the *In vitro* digestion of forage crops. *J Br Grassl Soc*, 18: 104-111.
- TÜİK, 2023a, <https://data.tuik.gov.tr/>, Kırmızı Et Üretim İstatistikleri, Mayıs 2024, 12.03.2025
- TÜİK, 2023b, <https://data.tuik.gov.tr/>, Çiğ Süt Üretim İstatistikleri, Mayıs 2024, 12.03.2025
- TÜİK, 2024a, <https://data.tuik.gov.tr/>, Hayvansal Üretim İstatistikleri, Şubat 2025, 12.03.2025
- TÜİK, 2024b, <https://data.tuik.gov.tr/>, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Aralık 2024, 09.02.2025
- TÜİK, 2024c, <https://data.tuik.gov.tr/>, Örtü Altı Sebze ve Meyve Üretimi, Şubat 2025, 12.03.2025
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H. Y., Özgür, M., Özçelik, N., Boyacı, H. F., & Ersoy, A. (2005). ÖRTÜALTI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE GELİŞMELER. Türkiye Ziraat Mühendisleri VI. Teknik Kongresi Bildirileri, Ankara, 609-627.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.

- 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 Xth International Grassland Congress. Helsinki. Fin. Grassland Association, pp. 438–441.
- Ventura, M. R., Pieltain, M. C., & Castanon, J. I. R. (2009). Evaluation of tomato crop by-products as feed for goats. *Animal Feed Science and Technology*, 154(3-4), 271-275.
- Visioli, F., Riso, P., Grande, S., Galli, C., & Porrini, M. (2003). Protective activity of tomato products on *in vivo* markers of lipid oxidation. *European journal of nutrition*, 42, 201-206.
- 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 Science*, 39 (1): 276-279.
- Vural, H., & Fidan, H. (2007). Türkiye'de Hayvansal Üretim ve Hayvancılık İşletmelerinin Özellikleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(1 ve 2), 49-59.
- Wadhwa, M., & Bakshi, M.P.S. (2013). Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. FAO, RAP Publication 2013/04.
- Wanapat, M., Kang, S., Phesatcha, K., & Phesatcha, B. (2003). Comparative Study between Swamp Buffalo and Native Cattle in Feed Digestibility. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(4), 504-510.
- Wang, B., Mao, S. Y., Yang, H. J., Wu, Y. M., Wang, J. K., Li, S. L., & Liu, J. X. (2014). Effects of alfalfa and cereal straw as a forage source on nutrient digestibility and lactation performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(12), 7706-7715.
- Wang, Q., Gao, X., Yang, Y., Zou, C., Yang, Y., & Lin, B. (2020). A comparative study on rumen ecology of water buffalo and cattle calves under similar feeding regime. *Veterinary Medicine and Science*, 6(4), 746-754.
- Waugh, W. F. (1906). SOLANIN. *Journal of the American Medical Association*, 47(18), 1479-1482.
- Weese, T. L., & Bohs, L. (2007). A three-gene phylogeny of the genus *Solanum* (Solanaceae). *Systematic botany*, 32(2), 445-463.
- Wolin, M. J. (1960). A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, 43(10), 1452-1459.
- Yağcı, S., Altan, A., Göğüş, F., & Maskan, M. (2006). Gıda atıklarının alternatif kullanım alanları. *Türkiye*, 9, 24-26.
- Yanar, M. (2016). Ruminant rasyonlarında doğrudan yedirilen mikroorganizmaların önemi ve etki mekanizmaları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 191–197.
- Yavuz, M. (2005). Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve *in vitro* sindirim değerlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005(1).
- Yavuz, T., Kır, H., & Gül, V. (2020). Türkiye’de kaba yem üretim potansiyelinin değerlendirilmesi: Kırşehir ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 345-352.
- Yazgan, S., & Demirtaş, Ç. (2005). Bursa-İznik yöresinde sırık domates sulamasında damla sulama yönteminin kullanımı ve karşılaşılan sorunlar. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 19(1), 91-100.
- Yeniçeri, M., Filik, A. G., & Şişman, E. (2024). Ketencik bitkisinin (*Camelina sativa*) kanatlı ve ruminant yemlerinde kullanımı, biyodizel üretimi ve petrole alternatif yakıt olarak kullanımı. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 1–11.
- Yıldırım, Ç. (2023). (ed) Domates Yetiştirilen Topraksız Seralarda Atıklar ve Atık Yönetimi. Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Ankara, s: 8-15.
- Yılmaz, E. (2001). The chemistry of fresh tomato flavor. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25(3), 149-155.

Zewdie, A. K. (2019). The different methods of measuring feed digestibility: A review. *EC Nutr*, 14(1), 68-74.



7. EKLER

7.1. Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı

