



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TR, Balıkesir University, Institute of Health Sciences

YEMLİK ŞALGAM (LENOX/BRASSİCA RAPA L.)
SİLAJINA TANEN İLAVESİNİN SİLAJ
FERMANTASYONU İLE *in vitro*
SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

OĞUZ KORAY BACAKSIZ

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları
Anabilim Dalı

Bilim Alan Kodu: 10102.02



BALIKESİR
2024

T. C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEMLİK ŞALGAM (*Lenox/Brassica Rapa L.*) SİLAJINA TANEN
İLAVESİNİN SİLAJ FERMANTASYONU İLE *İN VİTRO*
SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

OĞUZ KORAY BACAKSIZ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. ERGÜN DEMİR

ORTAK/İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. MEHMET ALİ AZMAN

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

Bilim Alan Kodu: 10102.02

Proje No: 2022-137 Balıkesir Üniversitesi BAP

BALIKESİR

2024



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ KABUL VE ONAY

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Doktora Programı
çerçevesinde **Oğuz Koray BACAKSIZ** tarafından yürütülmüş ve
tamamlanmış olan

**“Yemlik Şalgam (*Lenox/Brassica Rapa L.*) Silajına Tanen İlavesinin
Silaj Fermantasyonu ile *in vitro* Sindirilebilirlik Üzerine Etkisi”**

başlıklı tez çalışması,
Balıkesir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
ilgili maddeleri uyarınca aşağıdaki jüri tarafından

DOKTORA TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 24 / 10 / 2024

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. Mehmet ÇİFTÇİ
Fırat Üniversitesi
(Başkan)

Prof. Dr. Ergün DEMİR
Balıkesir Üniversitesi
Üye (Danışman)

Prof. Dr. Rahim AYDIN
Balıkesir Üniversitesi
Üye

Prof. Dr. Osman İrfan İLHAK
Balıkesir Üniversitesi
Üye

Prof. Dr. Hüseyin ESECELİ
Bandırma 17 Eylül Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Doktora/Yüksek Lisans Tezi,
sınav jüri üyeleri tarafından imzalanarak 14 /11 /2024 tarihinde teslim
edilmiştir.

Prof. Dr. Şükrü Metin PANCARCI
Enstitü Müdürü

BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıpları kabullendiğimi **beyan ederim.**

24 / 10 / 2024

İmza

Oğuz Koray BACAKSIZ

İTHAF

Beni yetiştiren ve hayallerimi her zaman koşulsuz destekleyen anne ve babama,

Destegi ile her daim yanımda olan yol arkadaşım eşime,

ve

Dünyalar güzeli biricik kızıma...

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim sürecinde tecrübe ve öğretileri ile her daim yanımda olan kıymetli danışmanım Sayın **Prof. Dr. Mehmet Ali AZMAN**'a,

Doktora öğrencisi olarak başladığım ilk günden itibaren bilgi ve yönlendirmeleri ile gelişimime katkı sağlayan, her zaman yanımda olan anabilim dalı hocalarım **Prof. Dr. Ergün DEMİR** ve **Prof. Dr. Rahim AYDIN**'a,

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, sorularıma içtenlikle cevap veren değerli hocalarım **Prof. Dr. Osman İrfan İLHAK**, **Doç. Dr. Mukadderat GÖKMEN**, **Prof. Dr. Mikail ARSLAN**, **Doç. Dr. Yasin BAYKALIR**'a,

Çalışmanın *in vitro* aşamasının gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen **Prof. Dr. Mustafa Selçuk ALATAŞ** ve **Araş. Gör. Zekeriya Safa İNANÇ**'a,

Balıkesir Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Çalışma Merkezi çalışanlarına ve bilhassa yardımlarından dolayı **Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin DİKEN**'e,

Çalışma başlangıcında siloların hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen kıymetli dostlarım **Öğr. Gör. Dr. Murat ÇELEBİ** ve **Vet. Hek. Hüseyin ŞEN**'e,

Laboratuvar analizlerinde her daim yardımcı olan **Vet. Hek. Ezgi TEGÜN**'e,

Bütün çalışma boyunca benimle emek veren bilgisini, zamanını ve ilgisini esirgmeden her daim yardımına koşan **Dr. Öğr. Üyesi Muhittin ZENGİN**'e,

Bir ideali gerçekleştirme amacı ile çıktığım bu yolda beni her koşulda destekleyen kıymetli annem **Ayfer BACAKSIZ** ve babam **Mustafa BACAKSIZ**'a,

Hayatı paylaştığım, yol arkadaşım, en büyük destekçim sevgili eşim **Kübra BACAKSIZ**'a ve bana bambaşka bir dünyanın kapılarını açan, dünyalar güzeli biricik kızım **Aybüke**'me,

En derin saygı ve sevgilerimi sunar bana kattıkları için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Yemlik Şalgam (<i>Brassica Rapa L.-Lenox</i>).....	7
2.2. Koruyucu ve Geliştirici Bir Yöntem; Silaj	19
2.2.1. Silaj Kalitesini Etkileyen Faktörler	22
2.2.1.1. Fiziksel Faktörler	22
2.2.1.2. Kimyasal Kompozisyon	23
2.2.1.3. Biyolojik Faktörler.....	26
2.2.2. Silajların Fermentasyon Dönemleri.....	27
2.2.2.1. Aerobik Faz	28
2.2.2.2. Fermentasyon (Anaerobik) Fazı	28
2.2.2.3. Durağan (Stabil) Faz	29
2.2.2.4. Silonun Açılması (Yedirme Aşaması) Fazı.....	29
2.2.3. Silaj Kalitesinin Değerlendirilmesi	29
2.2.3.1. Silaj Katkı Maddeleri.....	30
2.2.4. Yemlik Şalgam (Lenox/ <i>Brassica Rapa L.</i>) ile Yapılmış Silaj Çalışmaları	31
2.3. Tanenler; Kimyasal Bileşimi, Etkileri ve Hayvan Besleme Pratiğinde Kullanımı	34
2.3.1. Tanenlerin Biyokimyasal Yapısı ve Sınıflandırılması.....	36
2.3.1.1. Tanenlerin Sınıflandırılması.....	37
2.3.1.2. Tanenlerin Hayvan Besleme Uygulamalarında Kullanımı	38
2.3.1.3. Silaj Yapımında Kullanılan Tanenin Etkileri.....	42
3. GEREÇ VE YÖNTEM	47
3.1. Gereç	47

3.2. Yöntem	48
3.3. Yemin Ham Besin Madde Analizleri	50
3.3.1. Kuru Madde (KM) Tayini.....	51
3.3.2. Ham Kül (HK) ve Organik Madde (OM) Tayini	51
3.3.4. Ham Yağ (HY) Tayini.....	52
3.3.5. Ham Protein (HP) Tayini	53
3.3.6. Ham Selüloz (HS) Tayini.....	54
3.3.7. Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) Tayini	55
3.3.8. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF) ve Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin (ADL) Tayini.....	56
3.3.9. Hemiselüloz (HC) ve Selüloz (C) Miktarının Hesaplanması.....	58
3.3.10. Azotsuz (Nitrojensiz) Öz Madde (NÖM) Miktarının Hesaplanması	58
3.3.11. Metabolik Enerji Değerlerinin Hesaplanması.....	59
3.4. Fermentasyon Analizleri.....	59
3.4.1. Aerobik Stabilite (AS) Tayini	59
3.4.2. Suda Çözünebilir Karbonhidrat (SÇK) Tayini.....	60
3.4.3. pH Tayini	61
3.4.4. Serbest Amonyak Azotu (NH ₃ -N) Tayini.....	61
3.4.5. Organik Asit (Uçucu Yağ Asitleri-UYA) Tayini.....	62
3.4.6. Yemlerin Mikrobiyolojik Analizleri.....	62
3.4.6.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı	63
3.4.6.2. Maya-Küf (MK) Sayımı.....	63
3.4.6.3. Toplam Laktik Asit Bakteri (TLAB) Sayımı	64
3.4.6.4. Mikotoksin Tayini	64
3.5. <i>in vitro</i> Suni Rumen ile Sindirilebilirlik Analizi.....	64
3.5.1. Hayvan Materyali	65
3.5.2. Numunelerin Hazırlanması	65
3.5.3. Tampon Çözeltinin Hazırlanması.....	66
3.5.4. İnokulum Hazırlanması ve İnkübasyon	66
3.5.5. Suni Rumen Denemesi	67
3.6. İstatistiksel Analizler	68
4. BULGULAR.....	69
4.1. Ham Besin Madde Analizleri	69
4.1.1. Kuru Madde (KM) Analizi	74
4.1.2. Ham Kül (HK) Analizi	74

4.1.3. Ham Protein (HP) Analizi.....	75
4.1.4. Ham Yağ (HY) Analizi.....	75
4.1.5. Ham Selüloz (HS) Analizi	76
4.1.6. Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) Analizi.....	76
4.1.7. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF) Analizi	77
4.1.8. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin (ADL) Analizi.....	77
4.1.9. Hemiselüloz (HC) Analizi	77
4.1.10. Selüloz (C) Analizi	78
4.1.11. Azotsuz (Nitrojensiz) Öz Madde (NÖM) Analizi	78
4.1.12. Enerji Değerleri	84
4.2. Fermentasyon Analizleri.....	85
4.2.1. Mikrobiyolojik Ekim Değerleri.....	90
4.2.1.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayısı	90
4.2.1.2. Toplam Laktik Asit Bakteri (TLAB) Sayısı.....	90
4.2.1.3. Maya-Küf (MK) Sayısı	91
4.2.2. Fermentasyon Kalite Değerleri	97
4.2.2.1. pH Analizi	97
4.2.2.2. Suda Çözünebilir Karbonhidrat (SÇK) Analizi.....	97
4.2.2.3. Serbest Amonyak Azotu (NH ₃ -N) Analizi.....	98
4.2.2.4. Laktik Asit (LA) Analizi	99
4.2.2.5. Asetik Asit (AA) Analizi	99
4.2.2.6. Propiyonik Asit (PA) Analizi	100
4.2.2.7. Bütirik Asit (BA) Analizi.....	101
4.2.3. Aerobik Stabilite (AS/CO ₂) Analizi	104
4.2.4. Aflatoksin Analizi	104
4.3. <i>in vitro</i> Organik Madde Sindirilebilirlik (IVOMS) Analizleri	105
5. TARTIŞMA.....	109
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	128
KAYNAKLAR.....	130
ÖZGEÇMİŞ	154
EKLER.....	155

ÖZET

YEMLİK ŞALGAM (*Lenox/Brassica rapa L.*) SİLAJINA TANEN İLAVESİNİN SİLAJ FERMANTASYONU İLE *in vitro* SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışma yemlik şalgam (*lenox/Brassica rapa L.*) bitkisinin; iki farklı kuru madde düzeyinin, iki farklı konsantrasyonda tanen ilavesiyle (50 ve 75 g/kg/KM) silolanarak, farklı günlerde (2, 7, ve 90. günler) açılmasının, silajın ham besin maddeleri, fermentasyon ve *in vitro* sindirilebilirlik değerleri üzerine olan etkilerini incelemek amacı ile yapılmıştır.

Çalışmanın silaj materyalini, çiçeklenme zamanının tam kapsüllenme döneminde biçilen yemlik şalgam (*lenox/Brassica rapa L.*) hasılı oluşturmuştur. Yem şalgamı iki farklı kuru madde düzeyinde (%20 ve %35); biri tanen eklenmemiş, katkısız, diğer ikisi farklı konsantrasyonlarda (50 ve 75 g/kg/KM) tanen ilave edilerek silolanmıştır. Silolar 2x3x3 faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, 1 litrelik sızdırmaz, hava almaz, plastik kavanozlara hazırlanmıştır. Hazırlanan silolar, üç farklı günde (2, 7 ve 90. günler) açılarak örnekler alınmıştır.

Silajlardan alınan örneklere; ham besin madde, fermentasyon kalitesi ve *in vitro* organik madde sindirilebilirlik analizleri uygulanmıştır. Ham besin madde analizleri için; kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY), ham protein (HP), ham selüloz (HS), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) analizleri yapılmış ve azotsuz öz madde (NÖM), hemiselüloz (HC), selüloz (C), metabolik enerji hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon analizlerinde; toplam aerobik mezofilik bakteri (TMAB), toplam laktik asit bakteri (TLAB), maya küf (MK) sayımı, pH, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), organik asit (UYA), serbest amonyak azotu (NH₃-N) testi yapılmıştır. Sadece 90. gün örneklerinde ise aerobik stabilite (AS) ve toplam aflatoksin (B₁+B₂+G₁+G₂) analizleri uygulanmıştır. Örneklerde ayrıca *in vitro* organik madde sindirilebilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın elde edilen sonuçlarına göre; %20 ve 35 kuru madde düzeylerinde olan silaj materyaline yapılan 50 veya 75g tanen katkısı, tanen katkısı yapılmayan gruplara göre kuru madde korunumunda etkili olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Çalışmanın 90. gün açımında (G3, 6, 9, 12, 15 ve 18 örneklerinde) baklagil silajlarında istenilen pH değerlerini sağladığı tespit edilmiştir. Silaj materyalinin yüksek protein ve su içeriğine rağmen sıkıştırma işleminin iyi yapılmış olması sonucunda istenilen pH düşüşü sağlanmıştır. Tanen ilave edilen gruplarda (G6, 9 ve 15, 18) pH düşüşü, tanen katılmamış gruplardan daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Silaj materyallerinin SÇK ve $\text{NH}_3\text{-N}$ bulguları, soldurma işlemi gerçekleştirilmiş %35 KM gruplarında, %20 KM gruplarına göre daha az olarak bulunmuştur ($p<0.001$). Ayrıca $\text{NH}_3\text{-N}$ parametresi %20 ve %35 KM düzeylerinde, 50 ve 75 g tanen ilave edilmiş gruplarda tanen katkısı yapılmamış gruplara göre daha düşük değerler gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Çalışmanın organik asit bulguları için; LA ve AA değerleri %35 kuru madde düzeyindeki gruplarda, %20 kuru madde gruplarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir ($p<0.001$). Tanen ilave edilmiş gruplar içerisinde; 75 g gruplarının, 50 g ilave edilmiş deneme gruplarına göre, katkılı grupların her ikisinin de tanen katılmamış gruplara göre daha fazla LA üretimi gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Silaj materyallerinin 2. gün örneklerinde, %35 KM gruplarında %20 KM gruplarına göre daha düşük BA düzeyi bulunmuştur ($p<0.05$). Silaj materyallerinde gerçekleştirilen TAMB ve TLAB ekimlerinde, %35 kuru madde düzeyinde %20 kuru maddeye göre daha yüksek üreme belirlenmiştir ($p<0.001$). 90. gün örneklerinde tanen ilave edilmiş 50 ve 75 g gruplarında, tanen katılmamış gruplara göre her iki kuru madde düzeyinde daha yüksek TLAB üremesi bulunmuştur ($p<0.001$). Çalışmanın 90. gün silo açımında alınan 18 örnekte gerçekleştirilen aerobik stabilite analizinde, %35 KM düzeyinde %20 KM düzeyine göre daha az CO_2 üretimi gerçekleşmiştir ($p<0.001$). Ayrıca 50 ve 75 g tanen ilave edilmiş gruplarda tanen katılmamış gruplara göre daha düşük CO_2 üretimi belirlenmiştir ($p<0.001$). Siloların 90. gün açımlarından alınan 18 örneğin hiçbirinde aflatoksin ($\text{B}_1+\text{B}_2+\text{G}_1+\text{G}_2$) varlığına rastlanmamıştır. Gerçekleştirilen IVOMS analizinde, %35 KM düzeyine sahip gruplarda %20 KM gruplarına göre daha yüksek değer belirlenmiştir ($p<0.001$). Diğer bir yandan silaj fermentasyonun ilerlediği günlerde IVOMS değerlerinin düştüğü görülmüştür ($p<0.05$).

Çalışmanın elde edilen sonuçlarına göre; yemlik şalgam (*lenox/Brassica rapa L.*) bitkisi, düzgün bir soldurma işlemi uygulanarak, %35 kuru madde düzeyi ile silolanması sonucu daha iyi bir fermentasyon kalitesi sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca silolama gerçekleştirilirken yeterli bir sıkıştırma uygulandığı takdirde, bitkinin hasat edilen kuru madde düzeyinde dahi yeterli bir LA üretiminin gerçekleştiği ve pH değerinin düştüğü bulunmuştur. Bu durumun katkı olmasa dahi mikotoksin üretimini engelleyebileceği belirlenmiştir. Uygulanan 50 ve 75 g tanen ilavesinin antioksidan etkileri nedeniyle, %20 ve 35 KM değerlerinde tanen katılmamış gruplara göre TLAB üremesini teşvik ettiği görülmüştür. Bu durumda, daha yüksek LA üretildiği için daha düşük pH değeri elde edilmiştir. Tanenlerin bu antioksidan etkileri nedeniyle, tanen uygulanan gruplarda daha düşük CO₂ üretimi gerçekleştiği ve bu durumun aerobik stabilite değerini yükselttiği belirlenmiştir.

Bu veriler ışığında tanen katkısının siloların raf ömrünün uzatılmasında faydasının olabileceği, yemlik şalgamı silolamanın genelde kaliteli silaj özelliği gösterdiği, büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık için alternatif bir kaba yem olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler; *Lenox, in vitro, silaj, tanen, yemlik şalgam.*

ABSTRACT

THE EFFECT OF TANNIN ADDITION TO TURNIP FORAGE SILAGE (*Lenox/Brassica Rapa L.*) ON SILAGE FERMENTATION AND *in vitro* DIGESTIBILITY

This study was conducted to investigate the effects of forage turnip (*lenox/Brassica rapa L.*) plant ensiled at two different dry matter levels, with two different concentrations of tannin (50 and 75 g/kg/KM) and opening on different days (2, 7, and 90th days) on the crude nutrients, fermentation, and *in vitro* digestibility values of the silage.

The silage material of the study consisted of forage turnip (*lenox/Brassica rapa L.*) harvested during the full encapsulation period of the flowering period. Forage turnip was ensiled at two different dry matter levels (20% and 35%); one without added tannin, without additives, and the other two with different concentrations of tannin (50 and 75 g/kg/KM). Silos were prepared in 1-liter leak-proof, airtight, plastic jars according to the 2x3x3 factorial experimental design with 3 replications. Samples were taken from the prepared silos by opening them on three different days (2, 7 and 90 days).

Crude nutrient, fermentation quality and *in vitro* organic matter digestibility analyses were applied to the samples taken from the prepared silages. For raw nutrient analyses; dry matter (DM), crude ash (HK), crude fat (HY), crude protein (HP), crude cellulose (HS), neutral detergent insoluble fiber (NDF), acid detergent insoluble fiber (ADF), acid detergent insoluble lignin (ADL) analyses were performed and nitrogen-free extract matter (NÖM), hemicellulose (HC), cellulose (C), metabolic energy calculations were performed. In fermentation analyses; total aerobic mesophilic bacteria (TMAB), total lactic acid bacteria (TLAB), yeast mold (MK) count, pH, water-soluble carbohydrate (WCC), organic acid (UYA), free ammonia nitrogen (NH₃-N) tests were performed. Aerobic stability (AS) and total aflatoxin (B₁+B₂+G₁+G₂) analyses were performed only on the 90th day samples. *In vitro* organic matter digestibility analyses were also performed on the samples.

According to the results obtained from the study; 50 or 75g tannin addition to the silage material at 20 and 35% dry matter levels was found to be effective in dry matter preservation compared to the groups without tannin addition ($p < 0.05$). On the 90th day of the study (in samples G3, 6, 9, 12, 15 and 18), it was determined that the desired pH values were provided in legume silages. Despite the high protein and water content of the silage material, the desired pH decrease was achieved as a result of the good compression process. It was determined that the pH decrease in the tannin added

groups (G6, 9 and 15, 18) was lower than the groups without tannin ($p < 0.001$). WSC and NH₃-N findings of the silage materials were found to be less in the 35% DM groups with withering process than in the 20% DM groups ($p < 0.001$). In addition, lower values were observed for the NH₃-N parameter at 20% and 35% DM levels in 50 and 75 g tannin added groups compared to the groups without tannin addition ($p < 0.05$). For the organic acid findings of the study; LA and AA values were determined to be higher in 35% dry matter level groups compared to 20% dry matter groups ($p < 0.001$). Within the tannin added groups; 75 g groups produced more LA compared to 50 g added experimental groups, and both added groups produced more LA compared to the groups without tannin addition ($p < 0.05$). In the 2nd day samples of the silage materials, lower BA levels were found in 35% DM groups compared to 20% DM groups ($p < 0.05$). In TAMB and TLAB plantings carried out in silage materials, higher reproduction was determined at 35% dry matter level compared to 20% dry matter level ($p < 0.001$). On the 90th day samples, higher TLAB growth was found in 50 and 75 g tannin added groups compared to the groups without tannin ($p < 0.001$) at both dry matter levels. In the aerobic stability analysis performed on 18 samples taken on the 90th day of silo opening of the study, less CO₂ production occurred at 35% DM level compared to 20% DM level ($p < 0.001$). In addition, lower CO₂ production was determined in the 50 and 75 g tannin added groups compared to the groups without tannin ($p < 0.001$). No aflatoxin (B₁+B₂+G₁+G₂) was found in any of the 18 samples taken from the 90th day of silo opening. In the IVOMS analysis, higher values were determined in the groups with 35% DM level compared to the 20% DM groups ($p < 0.001$). On the other hand, it was observed that IVOMS values decreased on the days when silage fermentation progressed ($p < 0.05$).

According to the results obtained from the study; it was determined that the fodder turnip (lenox/Brassica rapa L.) plant would provide better fermentation quality when it was ensiled at 35% dry matter levels by applying a proper withering process. In addition, it was found that when sufficient compression was applied during the ensiling process, sufficient LA production was achieved even at the harvested dry matter level of the plant and the pH value decreased. It was determined that this situation could prevent mycotoxin production even without the contribution. It was observed that the 50 and 75 g tannin addition encouraged TLAB reproduction, produced higher LA and therefore lower pH values were obtained compared to the groups without tannin addition at 20 and 35% KM values due to its antioxidant effects. It was determined that due to these antioxidant effects of tannins, lower CO₂ production occurred in the tannin-applied groups and this situation increased the aerobic stability value.

In the light of these data, it is thought that tannin additives may be beneficial in extending the shelf life of silos, that fodder turnip silage generally exhibits quality silage properties, and that it can be an alternative roughage for cattle and sheep farming.

Keywords: *Lenox, in vitro, silaj, tanen, turnip.*

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADF:	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL:	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin
AS:	Aerobik Stabilité
C:	Selüloz
HC:	Hemiselüloz
HK:	Ham Kül
HP:	Ham Protein
HS:	Ham Selüloz
HY:	Ham Yağ
IVOMS:	<i>in vitro</i> Organik Madde Sindirilebilirliği
KM:	Kuru madde
ME:	Metabolik Enerji
MK:	Maya Küf Sayısı
NDF:	Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif
NE _L :	Net Enerji Laktasyon
NH ₃ -N:	Serbest Amonyak Azotu
NÖM:	Azotsuz (Nitrojensiz) Öz Madde
NPN:	Protein Tabiatında Olmayan Azotlu Bileşikler
SÇK:	Suda Çözünebilir Karbonhidrat
TAMB:	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı
TDN:	Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri
TLAB:	Toplam Laktik Asit Bakterisi Sayısı
UYA:	Uçucu Yağ Asidi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No:
Şekil 2.1: Tanenlerin Sınıflandırılması	38
Şekil 3.1. Lenox Bitkisinin Hasadı.....	48
Şekil 3.2. Siloların Hazırlanması ve Örnek Alınması.....	50
Şekil 3.3. Mikrobiyolojik Analiz Aşamaları.....	63
Şekil 3.4. <i>in vitro</i> Suni Rumen Denemesi Aşamaları	68



TABLÖLER DİZİNİ

	Sayfa No:
Tablo 2.1. Bazı yeşil yemlerin silolanabilirliğine göre gruplandırılması.....	27
Tablo 3.1. Deneme grupları.....	50
Tablo 4.1. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıçtaki ham besin madde değerleri (%KM).....	70
Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin ana faktörler arası ham besin madde değerleri (%KM).....	71
Tablo 4.3. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin ham besin madde interaksyon analizleri (%KM).....	72
Tablo 4.4. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıçtaki ham besin madde enerji değerleri (Mcal/kg/KM)	80
Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin hesaplanan enerji değerleri (Mcal/kg/KM).....	81
Tablo 4.6. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin hesaplanan enerji interaksyon analizleri (Mcal/kg/KM).	82
Tablo 4.7. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıç mikrobiyolojik ekim değerleri (log kob/ml-g).	86
Tablo 4.8. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin mikrobiyolojik ekim değerleri (log kob/ml-g).....	87
Tablo 4.9. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin mikrobiyolojik ekim değerleri interaksyon analizi (log kob/ml-g).....	88
Tablo 4.10. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıçtaki bazı fermentasyon parametreleri.....	93
Tablo 4.11. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin bazı fermentasyon değerleri	94
Tablo 4.12. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin bazı fermentasyon değerlerinde interaksyon analizleri.	95
Tablo 4.13. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin 90. gün aerobik stabilite ve toplam aflatoksin değerleri	102
Tablo 4.14. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin 90. gün aerobik stabilite değerlerinde interaksyon analizi.....	103
Tablo 4.15. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıç <i>in vitro</i> organik madde sindirilebilirlik (IVOMS) değerleri (% KM).....	105
Tablo 4.16. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin <i>in vitro</i> organik madde sindirilebilirlik (IVOMS) değerleri (% KM).....	106
Tablo 4.17. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin <i>in vitro</i> organik madde sindirilebilirlik (IVOMS) değerlerinde gruplar arası interaksyon analizi (% KM).107	

1. GİRİŞ

Dünya genelinde her alanda artan bilgi birikimi ile gelişen teknoloji, beslenme bilincinin de gelişerek artmasına neden olmuştur. Bu gelişimin yanı sıra dünya nüfusu da doğrusal olarak artmakta ve 2050 yılında 9.4 ila 10 milyar arasında olacağı, 2100 yılında ise 12.4 milyara ulaşacağı öngörülmektedir (UN, 2022). Artan nüfusun, gıda talebinde artışa sebep olması beslenme problemlerini de beraberinde getirmektedir. Özellikle hayvansal kaynaklı proteine yönelik talebin 2050 yılına kadar iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir (Westhoek ve ark., 2011). Bu tahminler özelinde gıda güvenliği ve sürdürülebilir hayvancılık faaliyetleri, güncel konular içerisinde daha önemli bir noktaya taşınmaktadır.

Daha önceleri cinsiyet fark etmeksizin her gün vücut ağırlığının kilogramı başına 0.8 gram protein alımı kişinin fizyolojik fonksiyonları için yeterli olacağına dair kanıksanmış bir düşünce bulunmaktadır (WHO, 2007). İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalar ile kişinin protein ihtiyacının; cinsiyet, yaş, metabolizma hızı, hormon düzeyi, bağışıklık sistemi gibi birçok faktöre bağlı olarak düzeyinin değişebileceği, vücut ağırlığının kg başına 1.0-1.2 gram ve daha fazlası olabileceği belirtilmiştir (Bauer ve ark., 2013; Richter ve ark., 2019). Beslenmenin sadece anabolik bir katkısı olmadığı, tüketilen gıdanın nevi ve kalitesinin ruh hali ve bilişsel performans üzerine önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (AlAmmar, Albeesh, ve Khatat, 2020; Bauer ve ark., 2013). Özellikle kişinin diyetinde günlük belirtilen seviyede protein tüketmesi sonucunda depresyon gibi ruh hastalıklarıyla başa çıkabilmesinin kolaylaşacağı ifade edilmiştir (Li ve ark., 2020). Bu çalışmalarda protein ağırlıklı beslenmenin önemini vurgulanmaktadır.

Ülkemizde tarım faaliyetlerinin; gıda üretimi, istihdam, ihracat alanlardaki payı milli gelirde stratejik bir yerde bulunmaktadır (Bayar, 2018). 2023 yılında gayri safi yurtiçi hasılanın %6,7'sini oluşturan tarımsal faaliyetler, önemli bir üretim

birimidir (TÜİK, 2023a). Bunun yanı sıra süregelen zaman içerisinde tarım sektörü için çeşitli hayati riskler bulunmaktadır. Sanayileşme, çevre kirliliğinin artışı, atık yönetimindeki aksamalar sonucu her geçen gün tarım alanları küçülmekte, hayvansal ve bitkisel gıdaya ulaşım zorlaşmaktadır (Topçu, 2012). Amerika Birleşik Devletleri de dahil olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde (Brain ve ark., 2023) ve Türkiye’de azalan (Bayar, 2018) ekilebilir tarım arazileri hayvancılığın da olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Karakuş ve ark., 2019).

Gıda üretimi, su, tarım ve hayvancılık birbirine bağımlı kavramlardır. Su, canlılığın sürdürülebilirliği için önemli olduğu gibi tarım sektöründe de hayati role sahiptir (Pereira, 2017). Tarımsal üretimin dünya üzerinde kullanılabilir su kaynaklarının %70’inden daha fazlasını kullanmakta olduğu belirtilmiştir (Altobelli ve ark., 2018; Rosengrant ve ark., 2002).

Dünyada son yıllarda yaşanan küresel iklim değişikliğinin neden olduğu aşırı iklim olayları tarım sektörü, gıda arzı, güvenliğinin yaşadığı ve muhtemel yaşayacağı risklerden söz edilmektedir (Anwar ve ark., 2013; Fujimori ve ark., 2019). Aşırı iklim olayları ile yağış düzeni değişmiş, değişen düzen kuraklığa neden olmuştur. Kuraklık tarımsal verimi derinden etkilemekte (Carter ve ark., 2007), güvenilir gıda ve suya ulaşım imkanını azaltmaktadır. Kuraklıktan etkilenen bölgelerden diğer bölgelere kitlesel göçlerin gerçekleştiği bildirilmiştir (Bozorg-Haddad ve ark., 2020). Bu nedenle özellikle üretilen her birim ürünün öneminin anlaşılması, toprak ve su varlığının verimli kullanılması gerektiği ifade edilmiştir (Topçu ve Çelik, 2012; Turhan, 2017).

İklim değişikliğinin doğal kaynakların azalmasına neden olacağı bunun sonucunda gıda güvenliği problemleri ile karşılaşılacağı belirtilmiştir. Bu olası riskler dikkatle incelenerek önlem alınması gerektiği ifade edilmiştir (Hoffmann, 2013). Özellikle sürdürülebilir bir hayvansal ürün üretimine uyum sağlamak en temelinden başlamayı gerektirmektedir. Yem, hayvancılık sektöründe en temel unsurdur (Makkar, 2018). Daha az kaynakla üretilen, istenilen besin madde içeriklerine sahip yemlerle yapılacak hayvan beslemenin ekonomiye katkısı bir süredir gündem olan konular arasında yer almaktadır (FAO, 2012). Bu durum; alternatif kaba yem kaynaklarının aranmasına neden olmaktadır.

Alternatif kaba yemler içinde yemlik şalgam, dikkate alınması gereken bir yem bitkisidir. Turpgiller familyasına ait *Brassica rapa L.* etiketli yem şalgamı bitkisi ham protein içeriği ve kaliteli kaba yem yetiştirmenin zor olduğu şartlara sağladığı uyum ile alternatif bir bitkidir (Denen ve Malayoglu, 2022). Kuru madde düzeyinin %16-19, protein düzeyinin yumrulara %11, yapraklarda %18 olması depolamayı zorlaştıran esas nedendir (Sincik ve ark., 2007). Soldurma işlemine göre, duysal özellikleri ve probiyotik içeriğinin gelişmesi, antibesleme faktörlerinin azaltması nedeniyle silolama çeşitli avantajlar sağlamaktadır (Piltz ve Kaiser, 2004).

Su ve protein içeriğinin fazla olan yemler silolanırken, karşılaşılan proteolizis kaliteli fermentasyonu engellemektedir (Jayanegara ve ark., 2019). Tanenlerin proteinlerle oluşturdukları bileşiklerin; (Szcurek, 2021) silo proteolizisini önleyebileceği (Rinne ve ark., 2009) ve proteinlere bypass özellik kazandırarak (Silanikove ve ark., 1994) azot verimliliğini arttırabileceği bildirilmiştir.

Bu ifadeler özelinde; daha ekonomik ve sürdürülebilir bir hayvancılık ile gıda üretiminde enflasyonun azaltılması için alternatif bir yem arayışı bulunmaktadır. Üretilen yemlerin raf ömrünün ve kalitesinin arttırılması için doğal katkıların kullanımı son dönemin önemli konularındandır. Literatürde yem şalgamı ile yapılan çalışmalar azdır ve bu yem türü ülkemizde pek bilinmemektedir. Bu çalışma yemlik şalgam (lenox/*Brassica rapa L.*) bitkisinin, iki farklı kuru madde düzeyinde, iki farklı tanen düzeyi (50 ve 75 g/kg/KM) ile silolanarak farklı günlerde (2, 7, ve 90) silajın açılmasının, silaj ham besin madde, fermentasyon ve *in vitro* sindirilebilirlik değerleri üzerine olan etkilerini araştırmak amacı ile yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Türkiye ortalama 16 milyon büyükbaş, 52 milyon küçükbaş ile önemli bir hayvan varlığına sahiptir (TÜİK, 2023b). Tarım ve hayvancılık faaliyetleri; toplumdaki bireylerin yeterli ve dengeli beslenerek varlıklarını sağlıklı biçimde sürdürülebilmesi için yapılmaktadır. Son yıllarda toplumların refah seviyesine bakılmaksızın yeterli, dengeli beslenme bilinci kaliteli protein kaynaklarına olan ilgiyi arttırmıştır. Bunun için kişi başına düşen protein miktarı, bu protein kaynağının kalitesi ve tarımsal üretim faaliyetlerinin artması gerekmektedir.

Türkiye’de tarımsal faaliyetler 2022 yılında; gayri safi yurtiçi hasılanın %6,5’ini, 2023’de ise % 6,7’sini oluşturmuştur (TÜİK, 2023a). Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ve Dünya Bankası (IBRD) verileriyle bu oran karşılaştırıldığında ülkemizin tarım payı, birçok Avrupa ülkesine benzer veya daha fazla pay ile yer aldığı görülmektedir (IBRD, 2022). Çeşitli nedenlerle tarım sektöründe meydana gelebilecek aksamaların, gıda güvenliğini olumsuz etkileyeceği ve geçim şartlarını zorlaştırabileceği ifade edilmiştir (Calzadilla ve ark., 2013).

Tarımsal üretime ve buna bağlı yapılan hayvancılık faaliyetleri, iç dinamiklerinin hassasiyeti nedeniyle pamuk ipliğine bağlıdır. Bu sistemin temelinde yer alan su, canlılar için en hayati bileşen olarak kabul edilmektedir. Nüfusun hızla artması, düzensiz kentleşme, sanayileşme, tarımsal faaliyetler, bilinçsiz sulama ve tüketim kısıtlı su varlığının daha da azalmasına neden olmaktadır (Aydın ve ark., 2017). Ekonomik faaliyetlerin birçoğu üretim aşamasında su kaynaklarını kullanmaktadır. Üreticinin suya ulaşımının kolay ve fiyatlandırmanın düşük olması, dünya çapında üretilen ürünün maliyetinin hesaplanmasında kullanılan su miktarının önemsenmemesine neden olmaktadır (Calzadilla ve ark., 2013).

Türkiye'nin su varlığı genel değerlendirmelere göre 2015 yılında su zengini bir ülke olarak görülmektedir (Erdağ, 2015). Buna rağmen 2022 yılı verilerine göre diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında, kişi başına düşen yıllık 1322 m³ ile su sorunu yaşayabilecek ülkeler arasında olduğu bildirilmiştir (DSI, 2023).

Türkiye'nin su potansiyelinin değerlendirildiği çalışmalarda bu tez çalışmasının da yapıldığı Marmara bölgesinin 'Mutlak Su Kıtlığı' kategorisinde yer aldığı ifade edilmektedir (Aydın ve ark., 2017). Su varlığı hayatın sürdürülebilirliği için vazgeçilmez olduğu kadar; gıda üretimi, güvenliği, ekonomik bağımsızlığın devamlılığı için de hayati bir önem taşımaktadır. Türkiye'nin içerisinde bulunduğu coğrafya göz önüne alındığında; komşu ülkelerin yaşayacakları su problemleri, durumu daha da hassas bir noktaya getirmektedir. Su kaynaklarının ve gıdanın güvenliği, ekonomik bağımsızlığın birbiri ile kesiştiği noktada bulunan önemli bir konudur (Körbalta, 2019).

Su varlığı, tarım endüstrisi ve gıda üretimi konularına temelden birbirine bağlı sektörlerdir. Bu durum ayrı olarak gözüken kavramların doğrudan veya dolaylı olarak birbirini etkilediği şeklinde ifade edilmektedir (Pereira, 2017). Herhangi bir bölgenin su muhteviyatı oradaki toplulukların çoğunluğu ve refahı üzerine doğrudan etkili olmaktadır (Rijsberman, 2006). Olası riskler sadece su varlığının azalması ile değil ardından tetiklediği problemler yoluyla da gündem oluşturmaktadır. Dünya üzerinde 500 milyon kişi su kıtlığı olan coğrafyalarda yaşamaktadır. Özellikle de orta doğu coğrafyasının da içinde bulunduğu birçok alanın ve topluluğun su kıtlığından etkileneceği ifade edilmektedir (Bozorg-Haddad ve ark., 2020). Bu bölgede 2050 yılına kadar kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1000 m³'ün altına düşeceği ifade edilmektedir (Rijsberman, 2006).

İklim değişikliğinin derinleşmesiyle güvenilir gıdaya erişim zorlaştırmaktadır. Bu durum, dünya üzerinde dezavantajlı bölgelerde yaşayan toplulukları, daha yaşanılabilir bölgelere göç etmeye zorlamaktadır. Sadece 2020 yılı itibarı ile 30 milyondan fazla insanın bu gibi sebeplerle göç etmek zorunda kaldığı bildirilmiştir (Tyczewska ve ark., 2023). Daha vahim öngörüler ise, iklim göçünün 2050 yılına kadar dünya üzerinde 200 milyon insanı daha göç etmek zorunda bırakacağını ifade etmektedir (Demirbilek, 2023). İklim değişikliği ile gerçekleşen bu göç durumu

halihazırda su varlığı kritik eşikte bulunan ülkelerde su ve gıda problemlerini arttıracaktır (Bertassello ve ark., 2023). Doğal kaynakların az olduğu bölgelerde iklim değişikliği kökenli, aşırı iklim olayları hayat şartlarını daha da zorlaştıracaktır.

Küresel iklim değişikliği sonucu; beklenen aşırı iklim olayları, doğal hava şartlarının yerine, olayların şiddetinin, uzunluğunun ve zamanlamasında değişimlere neden olduğu ileri sürülmektedir. İhtimaller ve incelenen veriler sonucunda kullanılabilir su kaynakları, tarım orman alanları, biyoçeşitlilik gibi birçok alanda değişikliklere neden olacağı ifade edilmektedir. İklim koşullarının değişimi ise ilk önce su kaynaklarının azalması ile başlayacağı ardından kuraklıkla kendini göstereceği belirtilmektedir (Turan, 2018).

Kuraklık etkileri görülmeye başlandığında ilk etkilenen sektör, tarım olarak bildirilmiştir. Diğer sektörler tarımın ardından kuraklığın etkilerini doğrudan veya dolaylı olarak hissetmeye başlayacağı belirtilmiştir (Kapluhan, 2013). Aşırı iklim olaylarının görülme sıklığının artması, sıcaklık ve yağışlarda meydana gelen değişimler, toprak-su dengesinin bozulmasına neden olmakta ve bu durumun tarımsal verimliliği derinden etkilediği ifade edilmektedir (Anwar ve ark., 2013). Tarımsal ürünlerin verimliliği, gıda ürünlerinin ulaşılabilirliği fiyatların temel belirleyicisidir. Tarımsal üretkenlik, tüketici tercihleri, iklim, ekonomik girdiler, teknoloji, tarımsal giderler gibi birçok değişkenden etkilenerek gıda enflasyonu oluşturacağı bildirilmiştir (Carter ve ark., 2007). Bahsedilen iklim krizinin yarattığı gıda enflasyonu, buna bağlı yeteri kadar beslenemeyen toplumlar, tarımsal ekonomi modellerinde tetikleyeceği riskler son dönemde incelenen güncel konular olarak karşımıza çıkmaktadır (Fujimori ve ark., 2019).

Dünya üzerinde kullanılabilir su kaynaklarının büyük bir kısmının tarımsal faaliyetler tarafından tüketilmektedir (Rosengrant ve ark., 2002). Bu tüketim, sulu tarım uygulamalarında içilebilir suyun yaklaşık %70'ini, kullanılabilir suyun ise yaklaşık olarak %90'ını kullandığı ifade edilmektedir (Ringler ve Zhu, 2015). Su kaynaklarının azalması (Bozorg-Haddad ve ark., 2020), artan nüfus yoğunluğu ev ve endüstriyel su kullanımının artması su kıtlığı durumunu daha da etkilemektedir (Rosengrant ve ark., 2002). Çalışmalar, hayvancılıkta kullanılmak üzere mısır, yonca

gibi üretiminde fazla su kullanılan yem bitkilerinin yetiştirilmesi su ihtiyacının 2030 yılına kadar artacağını belirtmektedir (Ringler ve Zhu, 2015).

Bahsedilen risklere, iklim değişikliğinin getirdiği kuraklığa karşı adaptasyonun sağlanması, koşulların getireceği problemler ile başa çıkılmasında önemli bir yer almaktadır (Hoffmann, 2013). Kuraklığa karşı ısı şokuna dayanıklı bitkilere yönelmenin gerektiği, kaba yemlerin ise iklime uygun olarak muhafaza edilmesinin iklim değişikliğine karşı adaptasyonu kolaylaştırıcı uygulamalar olduğu önerilmiştir (Howden ve ark., 2007).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization-FAO) sürdürülebilir hayvancılık faaliyetlerinin doğal kaynakların daha verimli kullanılması, çevrenin korunması, etik ilkeler ve işletme karlılığı gözetilerek yapılabileceği belirtilmiştir (Makkar ve Ankers, 2014). Bu nedenler ile bir bölgede tarımsal faaliyetlerin yürütülmesi için öncelikle iklim ve üretim risklerinin hesaplanmasının zorunlu olduğu dile getirilmektedir (Kapluhan, 2013).

Bu tez, daha önce bahsedilen ilgi konuları olan iklim değişikliği kökenli kuraklığın oluşturacağı sonuçlara uyum sağlanabilmesi ve hayvansal gıda üretiminin sürdürülebilmesi için tasarlanmıştır. Özellikle ruminant hayvan besleme bilimi pratiğinde kullanılabilecek yemlik şalgam-lenox (*Brassica rapa L.*)’un alternatif bir kaba yem olabilirliğini değerlendirmek amacı ile yapılmıştır. Bu nedenle yemlik şalgam bitkisi ekilmiş, hasat edilmiş, silolama sırasında doğal bir katkı maddesi kullanılarak koruyucu metotları tartışılmıştır.

2.1. Yemlik Şalgam (*Brassica Rapa L.-Lenox*)

Öngörülen nüfus artışı sonucunda gıda üretiminin en karlı ve ekonomik şekilde yapılması, bilimsel hayvan besleme uygulamaları ile mümkün olacağı ifade edilmektedir (Makkar ve Ankers, 2014). Hayvan besleme bilimi, hayvancılık faaliyetlerinin temelini oluşturmaktadır. Hayvan beslemenin; hayvan sağlığı, verimi ve refahı, üretilen gıdanın güvenliği ve kalitesi, su varlığı ve iklim değişikliği gibi birçok konu ile doğrudan ilişkili olduğu belirtilmektedir (FAO, 2012).

Hayvan besleme rasyonlarında çokça kullanılan mısır, soya gibi tahılların üretiminin 2030 yılına kadar katlanarak artacağı bildirilmiştir (Ringler ve Zhu, 2015). Öngörüler; 2050 yılına gelindiğinde tahıllarla besleme yapılan domuz ve kanatlı eti sektöründeki talebin karşılanması için dünya üzerinde üretilen tahılın yarısının bu canlıların beslenmesinde kullanılacağı tahmin edilmektedir (Herrero ve ark., 2013). Fakat iklim değişimine bağlı kuraklık, dünyada (Brain ve ark., 2023) ve Türkiye’de (Bayar, 2018) ekilebilir tarım arazilerinin küçülmesine neden olduğu ve öngörüle bahsedilen duruma engel teşkil etmektedir. Diğer bir yandan dünya üzerinde bir milyardan fazla insanın açlıkla karşı karşıya olduğu bir gerçeklikte, insan gıdası olarak da kullanılabilecek tahılların hayvan beslemede kullanılması, etik bir ikilem yaratmakta ve durumu tartışmaya açık hale getirmektedir (FAO, 2013). Bu durum için tahılların, insan beslenmesinde kullanılması hayvan beslemede ise alternatif yem bitkilerinin, otlak ve meraların kullanımı önerilmektedir (Krätli ve ark., 2013). Hayvancılık faaliyetlerinin önünde en büyük sınırlandırıcı neden, hayvanların beslenmesinde kullanılacak olan yem materyalinin tedariki olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yem üretimi, farklı kalemlerde birçok kaynak gerektiren maliyetli bir işlemdir (Makkar, 2018). Hayvansal proteine olan talep, yetiştirmede kullanılacak yemin üretiminde artışa neden olacak ve sınırlı kaynakların daha hızlı tüketilmesini tetikleyeceği düşünülmektedir (Van Zanten ve ark., 2016). Özellikle rasyonların en büyük maliyetlerinden olan protein kaynaklarının yetiştirilmesine olan talebin artması insan gıdası olarak kullanılabilecek ürünlerden feragat edilmesine yol açabileceği düşünülmektedir. Daha fazla ürün alabilmek amacı ile arazilere daha fazla yemlik bitkilerin ekileceği, bu durumun toprak ve çiftlik hayvanları üzerindeki dengeyi bozacağı ifade edilmektedir (Makkar, 2018). Hayvansal gıda üretiminde, yem ve yem protein düzeylerinin kilit rolde olduğu anlaşılmaktadır.

Hayvancılık faaliyetlerinde üretim sistemi, üretilen ürün veya kullanılan yem çeşidi her ne olursa olsun, maliyetin %70’ini yem giderleri oluşturmaktadır (Erten ve ark., 2024; Harmanşah, 2018; Makkar ve Beever, 2013; Schnepf, 2011). Yem maliyet giderleri ise %78 kaba yem, %22 kesif yemden oluşmaktadır (Harmanşah, 2018). Karma yem sektöründe çokça kullanılan buğday, pirinç, mısır gibi hammaddelerin gıda ürünü olmasının yanı sıra biyoyakıt (etilalkol) sanayisinde de kullanılmaktadır

(Moraes ve ark., 2013). Bu ürünler üretim açığı dahilinde döviz ile ithal edilmekte, bu durum yemin fiyatını dolayısı ile de üretilen ürünün fiyatını arttırmaktadır (Fidan ve Bayramoğlu, 2019; Kıymaz ve Saçlı, 2008). Ruminant beslemede kaliteli kaba yemlerin kullanılması, yem giderinin azaltılmasında fayda sağlayarak daha ekonomik bir hayvancılığı temin edeceği ifade edilmiştir (Ülger ve ark., 2017).

Kaba ve kesif yemler kullanım nitelikleri ile birbirinden farklı yem türleridir. Kaba yemler, gerek rasyonda nicelik olarak fazla olmaları gerek daha ekonomik şartlarda üretilmesi ile daha düşük maliyetlidir. Rasyonlarda yeterli miktarda kaba yem kullanılması ekonomik bir beslemenin yanı sıra, asidoz gibi çeşitli sağlık sorunlarının önlenmesine katkı sağlar. Kaba yemler; kuru maddesinde %18 ve daha fazla ham selüloz içeren yemler olarak tanımlanmaktadır (Özkan ve Demirbağ, 2016). Kaba yemler de kendi içerisinde; taze olarak yedirilebilen yonca, korunga, fiğ, çayır otları, hayvan pancarı ve silaj olarak bilinen sulu kaba yemler, kuru yonca otu, kuru korunga otu, sap-saman gibi yemler ise kuru kaba yemler olarak 2 alt gruba ayrılmaktadır (Harmanşah, 2018). Ek olarak; kaba yemler çayır, mera ve yaylalarda otlatma veya biçme ile, yonca, korunga, fiğ gibi zirai olarak yetiştirme ile ayrıca hasadı yapılmış ve geride kalan sap-samandan da elde edilebilmektedir (Yavuz ve ark., 2020).

TÜİK 2022 yılı verilerine göre, Türkiye'nin 783.562 km²'lik yüzölçümünün 380.630 km²'si tarım alanı statüsündedir. Tarım alanı; tarla bitkileri, sebze-meyve bahçeleri, nadas alanları, bağlar, zeytinlikler, çayır ve mera alanlarının bir bütününden oluşmaktadır. 2021 yılında T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve TÜİK verilerinin derlendiği bir çalışmada hayvan beslemede ana kaba yem kaynaklarından biri olan çayır ve meralar tarım alanları içerisinde 146.050 km² ile toplam alanın %38,4'ünü kapladığı bildirilmiştir (Özekan ve Mumcu Akan, 2023). Ayrıca 2020 TÜİK verilerinden yayımlanmış bir çalışmada ekilebilir tarım arazilerinin %41.7'si hayvancılık faaliyetleri için kaba ve dane yem üretiminde kullanıldığı belirtilmiştir (Gökkuş ve Coşkun, 2023). Türkiye'nin toplam kaliteli kaba yem ihtiyacının matematiksel modelleme ile hesaplandığı bir çalışmada 2015-2019 yılları arasında, kaliteli kaba yem ihtiyacının sürekli artarak devam ettiği, 2019 yılında özelinde 28.4 milyon ton kaliteli kaba yem açığı olduğu ifade edilmiştir (Özkan, 2020a).

Türkiye’de 2023 yılı içerisinde 68 milyon ton kaba yem üretilmiş, bunun sadece 317 bin tonu yemlik şalgam bitkisinden oluşmaktadır (TÜİK, 2023b). 2023 yılı büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığının 68 milyon olduğu göz önüne alınırsa hayvan başına ancak 1 ton kaba yem düşmektedir.

Dünyada, gelişmiş olarak sınıflandırılan ülkelerin hayvancılık işletmelerinde rasyon kaba/karma yem oranları kaba yemler ağırlıklı iken, Türkiye’de bu durumun karma yemler yönünde olduğu bildirilmiştir (Yılmaz ve ark., 2020). Kaliteli kaba yem üretim eksikliğinin, karma yem ile telafi edilmeye çalışılması, karma yem hammadde ithalatını arttırmaktadır. Artan ithalat üretilecek ürünün maliyetini arttırarak enflasyonu derinleştirdiği belirtilmiştir (Özkan, 2020b).

Rasyonda kullanılan kaba yem miktarı; kaba yem kalitesine, beslenecek hayvanın verim özelliklerine ve besleme dönemine göre farklı değişkenler incelenerek hesaplanmaktadır. Özellikle rasyonun kaba/kesif yem dengesi, besleme koşullarına göre değişmekle beraber kaba yem düzeyi %40’dan daha az olmayacak şekilde düzenlendiği bildirilmiştir (Özen ve ark., 2005). Bunun nedeni kaba yemin bileşimi ve ruminant fizyolojisinden kaynaklanmaktadır.

Ruminantlar, beslenme biçimlerine göre monogastrik çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında insan gıdası olamayacak mahsul artıkları ile dahi beslenebilmektedirler. Bu durum insan gıdası ile rekabet etmeyen bir üretimin anahtarı olabilir (Makkar, 2018).

Ruminantlar, anatomik yapıları sayesinde kaba yemlerden önemli miktarlarda yararlanmaktadır (Hansen ve ark., 1958). Yetişkin bir ruminant midesi rumen, retikulum, omasum ve abomasum olmak üzere işlevsel 4 bölümden oluşmaktadır (Dehority, 2002). Yenidoğan buzağılar ön mideler olarak adlandırılan rumen, retikulum ve omasum gelişmeden doğarlar (Rey ve ark., 2014). Yenidoğan buzağıda ön mideler toplam mide alanının %51’ini oluştururken, yapılan beslemeye göre 12-16 haftalık periyot sonunda %75’lik bir alanı kaplar. Bu %75’in yaklaşık %67’lik kısmını ise rumen oluşturmaktadır (Davis ve Drackley, 1998). Süt veya süt ikame yemi ile beslenen yenidoğan ruminantlarda özofagal oluk (ruminoretiküler oluk) olarak adlandırılan yapı nedeniyle besin, ön midelere uğramadan direkt olarak abomasuma

geçmektedir. Zamanla hayvanın katı gıda ile beslenmesi rumeni geliştirir (Diao ve ark., 2019).

Yenidoğan ruminantların rumen gelişimi, başlangıç yemlerini tüketerek rumende uçucu yağ asitlerinin oluşumu, bunların rumen duvarından emilimi ve rumen papilla gelişimini uyarması ile gerçekleştiği bildirilmiştir (Tamate ve ark., 1962). Uçucu yağ asitleri ele alındığında öncelikle bütirat ardından propiyonat sonrasında da asetatin epitel büyümesine olan etkisinin dikkate değer olduğu belirtilmiştir (Baldwin ve ark., 2004). Artan rumen papilla proliferasyonunun rumen duvarında artan kan akışı ile ilgili olduğu (Sander ve ark., 1959), bütirat ve propiyonatin özellikle bu gelişimde gen ekspresyonunu teşvik ettiği ifade edilmiştir (Sakata ve ark., 1991). İşleyiş olarak bütirat rumen duvarının kalınlaşması, duvar vaskülerizasyonunun sağlanması ve papilla gelişimi için gerekli enerjiyi sağladığı belirtilmiştir (Weigand ve ark., 1975).

Sağlıklı bir rumen epitelinin emilim, taşıma, uçucu yağ asidi metabolizması, koruma ve doku bütünlüğünün sağlanması gibi birçok hayati fizyolojik özelliği bulunmaktadır (Stevens ve Stettler, 1966). Epitel 4 katmandan oluşmakta, yenidoğandan ergenliğe geçişte rumen gelişim sağlığına ve halihazırda verilen rasyona göre katmanların bütünlüğü ve işlevi değişkenlik göstermektedir (Baldwin ve Connor, 2017). Rasyon içeriğinin manipüle ettiği rumen ortamı epitel katmanlarının hücre sayısını da büyük ölçüde etkilediği belirtilmektedir (Steele ve ark., 2016). Ön midelerde özellikle de rumen yüzeyinden lümene doğru çıkıntı yapan çok sayıda papilla burada üretilen uçucu yağ asitlerinin (UYA) ve kısa zincirli yağ asitlerinin emiliminde yüzey alanını genişleterek katkıda bulundukları bildirilmiştir (Harfoot, 1978). Rumenden emilen özellikle propiyonat gibi uçucu yağ asitleri birincil olarak glikojenik etkileri ile canlının enerji metabolizmasına katkıda bulunur. Bu katkı düzgün bir sindirim işlemi içerisinde ihtiyaç olan enerjinin %60 kadarını karşılayacak büyüklükte olduğu ifade edilmiştir (Weigand ve ark., 1975).

Rumen, içerisinde bakteri, arkea, mantar, protozoa ve virüslerden oluşan karışık anaerobik mikrobiyota barındıran fermentör bir mide bölümüdür. Bu mikrobiyal yük tarafından birçok metabolik faaliyetin gerçekleştirildiği belirtilmiştir (Mackie ve ark., 2000). Ruminal mikroorganizmalar, uçucu yağ asitleri (UYA-VFA), amonyak, mikrobiyal protein ve fenolik bileşikler gibi çeşitli son ürünler ürettikleri

bildirilmiştir (Ley ve ark., 2008). Ruminantların da dahil olduğu birçok memeli türünün gastrointestinal sistem içerisindeki bu mikrobiyal yük başlangıçta yani doğum anında steril olduğu, yaşamın ilk saatleri ile birlikte mikroorganizmaların hızla kolonileştiği bildirilmiştir (Bi ve ark., 2019). *Streptococcus* ve *Enterococcus* gibi fakültatif anaeroblar rumende ilk kolonileşen mikroorganizmalardan olup rumenin anaerobik ortamını sağlayarak diğer anaerob mikroorganizmaların üremesini teşvik ettikleri belirtilmektedir. Ayrıca 3-4 günlük yaşta dahi mikroflorada selülotik ve metanojenik bakterilerin tespit edildiği ifade edilmiştir (Jami ve ark., 2013).

Rumen mikrobiyal yükü incelendiğinde, en çok bulunan ve metabolik olarak aktif olan türler olan bakteriler (Mackie ve ark., 2000), rasyonla beraber alınan bitkilerin lif ve proteinlerinin sindirimi ile fermentasyonundan sorumlu olduğu ifade edilmiştir (Brulc ve ark., 2009). Bakterilerin toplam mikrobiyal popülasyonun %60-75'ini oluşturdukları belirtilmektedir (McAllister ve ark., 1994). İşlevlerine göre fibrolitik, amilolitik, proteolitik, sakkarolitik gibi çeşitli fonksiyonları ile sınıflandırılan birçok farklı türleri bulunmaktadır. Popülasyon içerisinde en fazla nişasta ve şekerleri fermente edenler bulunduğu bildirilmiştir (Deusch ve ark., 2017). Mikrobiyal yük içerisindeki mikroorganizmalar arası sinerjistik etki, konak sindirim sistemine yardımcı olduğu belirtilmiştir (Krause ve ark., 2003). Birçok monogastrik hayvan tarafından sindirilemeyen bitkilerin yapısal karbonhidrat polimerlerinin, rumen mikroorganizmaları tarafından sindirilebileceği ifade edilmiştir (Hungate, 1984).

Rumenin işlevi göz önüne alındığında, düzgün bir rumen papilla gelişimi sağlanan ruminantlarda rumen sağlığının korunması da bir o kadar önemli olduğu bildirilmiştir (Liu ve ark., 2019). Rumen fonksiyonlarının fizyolojik sınırlar içerisinde tutulmasının optimal verim şartları için gerekli olduğu belirtilmiştir (Bergen ve Yokoyama, 1977). Rumen pH'sının düşüşü ile karakterize rumen asidozu sonucu rumen hareketliliğinin aksaması veya durması, papillaların keratinize olduğu olgularda tıraşlanmış gibi bir görünüm ile birlikte uçucu yağ asitlerinin emiliminin azaldığı veya tamamen engellendiği bildirilmiştir (Greenwood ve ark., 1997). Rumenin nötr bir pH'ya yakın olduğu durumlarda uçucu yağ asitleri eşit düzeylerde yeterli miktarda emilirken, pH'nın 6'ya yaklaştığı olgularda uçucu yağ asitlerinin emiliminin aynı düzeyde azalmakta olduğu ifade edilmiştir (Annison ve ark., 1957). Özellikle asetat ve

propiyonat düşük pH koşullarından daha fazla etkilenecek emilimleri bütirata göre daha fazla engellenmektedir. Bu nedenle düşük pH koşullarının süt yağını ve miktarını azaltan etkileri olduğu belirtilmiştir (Gaebel ve ark., 1987). Yapısal karbonhidrat içeriği yüksek kaba yemlerin rasyonda bulunmasının hem ekonomik, hem de tetiklediği diğer fonksiyonlar ile rumen salığının korunmasında önemli olduğu ifade edilmiştir (Fox ve ark., 1995).

Rasyonda kaba yem miktarının artması, yem içeriğindeki fiziksel etkin lif sayesinde çiğneme aktivitesini arttırmaktadır. Artan çiğneme hareketinin, tükürük salgısını teşvik ettiği, tükürük içerisindeki katyonların rumenin tampon mekanizmasına yardımcı olduğu bildirilmiştir (Mertens, 1997). Bu nedenle çiğneme hareketinin, rumen sağlığı için bir belirteç olarak düşünülmektedir (Maekawa ve ark., 2002). Önem olarak belirtilmelidir ki, tamponlama mekanizmasının yaklaşık %70-90'ı tükürük tarafından karşılandığı belirtilmiştir (Kay, 1966).

Tükürüğün tamponlama kapasitesinin, içeriğinde bulunan bikarbonat, fosfat ve protein tampon sistemi olarak 3 temel bileşenden oluşmaktadır. Protein tampon sistemi müsin, lizozim ve spesifik immunglobulinlerden oluşmakta ve asit-baz dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Castillo-Lopez ve ark., 2021). Ayrıca rumen duvarından yoğun ve sürekli bir elektrolit değişimi gerçekleşmesinin, rumen fonksiyonlarının korunmasına katkıda bulunulduğu ifade edilmektedir (Lang ve Martens, 1999).

Rumen sağlığının sürdürülebilmesi için bahsedilen asit-baz dengesi hayati öneme sahiptir. Asit-baz dengesinin düzensizliği; rumendeki asit üretiminin, tükürük tampon oranını ve rumen epitel iyonik değişim kapasitesini aştığı durumlarda görülmektedir. Bu durumun genellikle hızlı fermente olabilir karbonhidrat içeriği yüksek yoğunluklu yemler ile besleme neticesinde görüldüğü bildirilmiştir (Allen, 1997). Tane veya karma yemler ile yapılan yoğun bir besleme programı sonucu, hayvanlarda çiğneme aktivitesinin yeterince uyarılamadığı ve neticesinde asit-baz dengesinde bozulmalar görüleceği ifade edilmiştir (Beauchemin, 2018). Bu yemlerin içeriğindeki hızlı fermente olabilir karbonhidratlar ile rumen mikroflorasının bu duruma alıştırmadan yapılan yoğun besleme rumende hızlı bir çözünmeye neden olacaktır. Bu durum rumenin optimal pH koşulu olan 6.0-6.4'ten, ani bir biçimde 5.5

ve altına düşmesine neden olabilir. Bu durum öldürücü sonuçları olan laktik asidozis olarak isimlendirilir (Counotte ve Prins, 1981).

Rumen pH'sının belirli bir zaman süresince 5.8 düzeylerinde seyretmesi sonucu, yemin özellikle de lif kökenli olanların sindirilmediği, kuru madde alımının düştüğü, ishal, süt yağında azalma ve laminit gibi semptomlar ile kendini gösteren subklinik rumen asidozunun (SARA) işletmeler için büyük bir ekonomik problem olduğu ifade edilmiştir (Nocek, 1997). Rasyonun kaba/konsantre yem dengesinin düzenlenmesi ve kaliteli kaba yem kaynakları ile desteklenmesi verim ve maddi kayba neden olan SARA'nın engellenmesinde en etkili yol olduğu bildirilmiştir (Kleen ve ark., 2003).

Üretilen hayvansal ürünün fiyatlandırılmasında maliyeti arttıran kalemlerden birisi de rasyonlarda kullanılan protein kaynaklarıdır (Aral ve ark., 2020). Kaliteli kaba yem yetersizliği ve bu açığın konsantre yemler ile kapatılmaya çalışılması (Özkan, 2020a), özellikle de protein kaynaklarının ithalat kalemi olarak dışarıdan temini hayvansal ürünlerin fiyatında artışa neden olmaktadır (Eryılmaz, 2023). Diğer yandan bir avantaj olarak ruminantlar, rumendeki mikroorganizmalar ile bulunduğu simbiyotik ilişki sayesinde, görece düşük kaliteli kaba yem proteinlerinden dahi gerekli yapısal ve süt proteinlerini sentezleyebildiği belirtilmiştir (Pengpeng ve Tan, 2013). Rasyon ile alınan protein ve üre gibi protein yapısında olmayan azotlu bileşikler (NPN) rumende peptidlere, amino asitlere, amonyak ve türevlerine parçalanırlar. Ruminantlar amonyak azotunu doğrudan kullanamasa da rumende serbestleşen amonyak azotu, rumen mikroorganizmaları tarafından yakalanarak mikrobiyal protein sentezi için kullanıldığı tespit edilmiştir (Tan ve Murphy, 2004).

Azot kendi doğal döngüsü içerisinde irdelendiğinde, canlı hayatının devamlılığı ve besin üretimi için temel bir bileşendir. Azotun değerlendirilmesi döngü içerisinde bitkiler, hayvanlar ve insanlar olarak sıralanırken, her sınıf bu azotun sadece belirli bir kısmını kullanabilmektedirler. Kullanılamayan kısım ise atık olarak doğaya karışır ve döngü devam eder (Zhang ve ark., 2015). Değerlendirilemeyen bu azot kaynakları literatürde, azot (nitrojen) kayıpları olarak adlandırılır. Azot kayıpları da ekonomik değeri haricinde, azot kirliliğine neden olmaktadır. Azot kirliliği sonucunda ötrofikasyon, hava kirliliği, ozon stratosfer tabakası incilmesi sonucu iklim değişikliği

ve aşırı koşullar nedeniyle biyolojik çeşitliliğin yok olmasına neden olabileceği belirtilmektedir (Galloway ve ark., 2008).

Ruminal azot döngüsü, mikrobiyal protein sentezi ile ince bağırsakta emilen aminoasitlerin %50'sinden fazlasına katkıda bulunduğu bildirilmiştir (NRC, 2001). Özellikle ruminal selülotik bakteriler, büyüme ve gelişme için protein ve peptitlerdeki azot yerine protein yapısında olmayan azotlu bileşikler (NPN) kullanmaya meyilli oldukları, ayrıca peptitlerin de bulunduğu ortamın mikroorganizma büyümesini teşvik edici olduğu ifade edilmiştir (Soto ve ark., 1994). Bahsedilen protein fraksiyonlarını zengin biçimde barındıran silajlar, protein yapısında olmayan azotlu bileşikler (NPN) ve çözünebilir protein azotu içeriği ile rumende hızlı bir biçimde çözünmektedir. Bu durumda rumen amonyak konsantrasyonunda ani bir amonyak piki gerçekleşecektir. Karbonhidratların çözünmesine göre azotun daha hızlı ve asenkron salınımı rumen mikrobiyal protein sentezinin aksamasına neden olduğu belirtilmektedir (Siddons ve ark., 1985). Rumende azot varlığının yanı sıra fermente edilebilir karbonhidrat miktarında yetersizlik olduğu durumlarda rumende biriken amonyak emilerek diğer dokularda ve hücrelerarası sıvılarda birikir. Azot fazlalığı ise idrar ve dışkı ile atılarak azot kaynaklarının verimsiz biçimde değerlendirilmesine neden olduğu bildirilmiştir (Seo ve ark., 2013).

Rumende amonyak gibi azot kaynakları ile beraber yeteri kadar fermente edilebilir karbonhidrat (suda çözünebilir karbonhidrat-SÇK/WSC) bulunduğu takdirde mikrobiyal protein sentezinin daha verimli gerçekleşebileceği bildirilmiştir (Nocek ve Russell, 1988). Bu nedenle özellikle silajların azot/SÇK düzeylerinin bilinmesi rumen mikrobiyotasının daha iyi beslenmesini ve aynı zamanda rumen azot kullanılabilirliğini arttırabileceği öngörülmektedir (Givens ve Rulquin, 2004).

Aksi takdirde silajlarda daha fazla serbest amonyak azotunun bulunması dışkıda daha fazla amonyak ($\text{NH}_3\text{-N}$) bulunmasına (Aguerre ve ark., 2012; Brito ve Broderick, 2006), bu amonyağın serbestleşmesi ile de en güçlü sera gazlarından olan nitroz oksit (N_2O) oluşarak atmosfere karıştığı ifade edilmektedir (Dijkstra ve ark., 2013).

Nitröz oksit gibi sera gazlarının önemi şu şekilde izah edilebilir. Güneş ışınları, çok çeşitli gazlardan oluşmuş atmosfer ozon katmanlarını geçerek yerküreye ulaşırlar. Atmosfer katmanları, kısa dalgalı güneş ışınlarının geçişine izin verip, orta-uzun dalga boyunda olan ışınları emme, soğurma gibi etkilerle uzak tutması yerkürenin ısınmasında önemli bir belirleyicisidir. Canlılık faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için gerekli ortamın sağlanması da bu katmanlar ile süzülen ışınların oluşturduğu doğal sera etkisi ile açıklanmaktadır. Fakat çeşitli insani faaliyetlerin kontrolsüz sürdürülmesi (sanayi faaliyetleri, atık yönetimi, gübre kullanımı, hayvancılık faaliyetleri gibi) nihayetinde oluşan gazların atmosfer tabakasının bileşimini değiştirdiği ifade edilmiştir (Ussiri ve Lal, 2013). Atmosfer bileşimindeki bu gazlar başlıca karbondioksit (CO_2), nitröz oksit (N_2O), metan (CH_4), hidrofluorokarbonlar (HFCs), perfluorokarbonlar (PFCs), kükürtheksanflorür (SF_6)’den oluşmaktadır. Bu gazlar sera gazları olarak da bilinmektedir. Sera gazlarının atmosferde birikimi daha fazla ısının yerküre içerisindeki alanda hapsolarak ısıması anlamına gelmektedir. Dünya üzerindeki canlılığın tolere edebileceğinden daha fazla miktarda ısı artışı da iklim değişikliğini doğrudan tetiklemektedir (Li ve ark., 2014).

Tarım sektörü ise iklim faktörü ile doğrudan etkilenmektedir. Basit bir anlatımla atmosfer yapısının bozularak iklim değişikliğine sebebiyet vermesi yeryüzü sıcaklıklarının güvenli aralık düzeylerinin üzerine çıkması ve yağış düzensizlikleri gibi durumlara neden olmaktadır. Bu durum ekilen ürünlerin ortalama verim azalması, hayvanların vücut sıcaklıklarının artışı nedeniyle sıcaklık stresi, hayvansal ürünlerde verim kayıplarının artışı temelli gıda üretimi aksamaları ve su varlığı üzerine stresin artışına neden olduğu bir dizi problemi de beraberinde getirmektedir (Reay ve ark., 2012).

Hayvancılıkta gübre yönetimi ve fizyolojik olaylar neticesinde salınan nitröz oksit, metan ve karbondioksit gazları artışı atmosfer ozon tabakasının yapısının değişiminden sorumlu olarak gösterilmektedir (Schulze ve ark., 2009).

Kayıp azot nedenlerinden biri de silaj proteinlerinin denatüre olması sonucu rasyonla alındığında rumende daha fazla miktarda serbest amonyak azotu oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Givens ve Rulquin, 2004). Silaj yapılacak silaj materyaline yüksek azotlu gübreleme yapılması silajlarda azot miktarının anormal artışı, dolayısı ile de silo kalitesini ve azot dengesini bozabileceği belirtilmiştir

(Shingfield ve ark., 2001). Yapılan çalışmalarda rasyondaki silajlarda yüksek miktar serbest amonyak azotu bulunması süt ineklerinde kuru madde tüketimi, süt üretimi ve süt bileşimi üzerine olumsuz etkilerinin olduğu ifade edilmiştir (Huhtanen ve ark., 2003; Sánchez-Duarte ve García, 2017; Wright ve ark., 2000). Rasyonda bulunacak olan yüksek serbest amonyak azotu kan üre azotunu dolayısı ile süt üre azotunu arttıracığı bildirilmiştir. Dokularda bulunan yüksek amonyak konsantrasyonunun da özellikle östrus lüteal fazında uterusda da yüksek konsantrasyonlarda seyretmesi ile infertiliteye ve reproduktif problemlere sebep olabileceği ifade edilmiştir (Hammon ve ark., 2005; Melendez ve ark., 2003).

Yukarıda bahsedildiği üzere riskler ve avantajların bulunduğu alternatif yem materyali çalışmalarında yem materyalinin yetiştirilmesi, hasat edilmesi, farklı işlemlerden geçirilmesi ve raf ömrünün uzatılması gibi birçok önemli kontrol noktası bulunmaktadır. Bu tez projesi için kullanılan yemlik şalgam bitkisi bahsedilen merak konularına uyumluluğu tartışılmak üzere seçilmiştir.

Brassica rapa L., turpgiller (*Brassicaceae*) familyasının *Brassica* cinsinin bir alt türüdür. En çok bilinen türleri arasında kolza, kanola, hardal, şalgam ve lahana bulunmaktadır. Bitkinin tanımlanarak sınıflandırılması Carl Linnaeus tarafından 1753 yılında gerçekleştirilmiştir (Sun, 2015). Ülkemizi de içine alacak şekilde Orta ve Doğu Akdeniz'den, İran ve Arap yarımadasına kadar olan bölgelerin doğal bitki çeşidi olan yemlik şalgamın, köken olarak Akdeniz ve Orta Asya coğrafyasına ait olduğu düşünülmektedir (Ramchiary ve Lim, 2011; Sun, 2015). *Brassica* türleri arasında birçok çeşitlilik bulunmakta ve çok uzun yıllardır endüstriyel yağ, sebze ve baharat üretiminde kullanılmaktadır (Surmen ve Kara, 2023).

Yemlik şalgam olarak da adlandırılan *Brassica rapa L.*'nin Agressa, Hanko, Lenox, Polybra, Silogonova gibi çeşitleri bulunmaktadır. Kaliteli kaba yem yetiştirilmesinin zor olduğu bölgelerde alternatif bir kaba yem materyali olarak dünyanın birçok bölgesinde yetiştirildiği bildirilmiştir. Ülkemizde yemlik şalgam otu, ot tipi yem şalgamı veya şalgam otu adları ile bilinen, Ege ve Akdeniz bölgesinde alternatif yem bitkisi olarak Lenox çeşidinin yetiştirildiği ifade edilmektedir (Denen ve Malayoglu, 2022).

Yemlik şalgam, önemli miktarda C vitamini, lif, kalsiyum, magnezyum, riboflavin ve demir içerdiği belirtilmiştir. (Li ve ark., 2018). Yemlik şalgam, glikosinolatlar, izotiyosiyanatlar (Pierre ve ark., 2011), flavonoidler (Francisco ve ark., 2009), fenolik ve kükürtlü bileşikler (Cartea ve ark., 2011), terpen, ester, aldehit ve ketonlar gibi uçucu bileşikler (Lee ve ark., 2013) gibi ikincil metabolitleri de bünyesinde barındırmaktadır. Özellikle içeriğindeki fenolik bileşiklerin bitkinin duyuşal özelliklerinden sorumlu olduğu belirtilmiştir (Hong ve Kim, 2008). Beşeri tüketimde kullanılan *Brassica* türleri barındırdığı ikincil metabolitler sayesinde antioksidan, kardiyoprotektif (Taveira ve ark., 2009), antimikrobiyal ve antitümör (Hong ve Kim, 2008), özellikler barındırdığı ifade edilmektedir (Paul ve ark., 2019).

Yemlik şalgamın besin içeriğı ve verim özellikleri çevre koşulları, toprak verimliliğı, bakım-yetiştirme uygulamaları gibi çeşitli faktörlere göre değışkenlik gösterebilmektedir. Yaz sonu veya sonbahar başlangıcında ekilen yemlik şalgam hızlı bir gelişim gösterir. Olgunlaşan bitki çiçeklenme ortasında, gövdesi tam odunlaşmadan biçildiğinde en uygun verim şartlarını sağladığı bildirilmiştir (Surmen ve Kara, 2023).

Türkiye’de 2022 yılında 268.890 ton, 2023 yılında ise 317.759 ton yemlik şalgam üretilmiştir (TÜİK, 2023c). Verim özellikleri incelendiğinde dekar alanda 10-15 ton yaş olarak hasat edilebilmekte, birim alanda kuru madde (KM) içeriğı %16-19 ile düşük olarak değerlendirilmektedir. Besin içeriğinde kuru maddesinde ham protein (HP) düzeyi yumrulara %11, yapraklarda %18 olarak ifade edilmiştir (Ayan ve ark., 2006; Geren, Demiroğlu, ve Avcıoğlu, 2002; Kır, Demiroğlu, ve Soya, 2007; Rao ve Horn, 1986).

Diğer kaba yemler ile karşılaştırıldığında sulanabilen alanlarda yoncaya alternatif olarak yetiştirilebilen (Denen ve Malayoglu, 2022) fakat gübre ve su ihtiyacı ekildiğı döneme göre daha az olan yemlik şalgam, kurak bölgelerde de yetiştirilebilmesi (Ayres ve Clements, 2002) sebebiyle daha önce anlatılan olası su kıtlığı riskine karşı bir çözüm önerisi olma ihtimali bulunmaktadır. Ayrıca arpa, buğday, pamuk gibi sık yetiştirilen ürünlerin ardından arazinin değerlendirilmesinde ikinci ürün olarak kaliteli bir kaba yem alternatifi olduğu ifade edilmiştir (Özaslan Parlak ve Sevimay, 2007). Uygun şartlarda ekildiğı takdirde 90 gün içerisinde tercihen

biçilebilen, fakat istenildiği takdirde otlatma ile de ruminantlar tarafından arzu edilen bir yem bitkisi olduğu ifade edilmektedir (Türk ve ark., 2009).

Olumsuz tarafları ele alındığında, yüksek su ve protein içeriği bu bitkinin depolanmasını sınırlandıran en önemli neden olduğu belirtilmektedir (Sincik ve ark., 2007). Günümüze kadar genellikle, depolama şartlarının iyileştirilmesi, hasat sonrası besin madde kayıplarının engellenmesi için soldurmanın yanı sıra kuru maddesinin buğdaygil kırmaları veya saman ile yükseltiyle silolanması gerektiği önerilmektedir (Koch ve Karakaya, 1998).

Yetiştirilirken suya daha az ihtiyaç duyan yem bitkilerinin üretilmesi konusunu destekler nitelikte; bu tez çalışmasının gerçekleştirildiği Marmara bölgesi risk kategorisinde üst sıralarda, mutlak su kıtlığı tehlikesi ile karşı karşıya olduğu bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2017). Kuraklık ve ısı şoklarına dirençli yem bitkileri önümüzdeki zaman içerisinde daha popüler olacağı, %20 ve 35 kuru maddede koruyucu yöntemlerin araştırılması amacıyla yemlik şalgam bitkisi tercih edilmiştir.

2.2. Koruyucu ve Geliştirici Bir Yöntem; Silaj

Yeşil yemlerin anaerobik şartlarda laktik fermentasyona tabii tutulması (Elferink ve ark., 2000) olarak özetlenebilen silolama işlemi, yunanca ‘siros’ kelimesinden türetilmiş olup mısır saklanan çukur anlamına gelmektedir (McDonald ve ark., 1991). Tarihsel süreçte silaj yapımı, milattan önce 1000 yılının antik mısırından günümüze kadar gelen, yemlerin saklanmasında etkili bir koruyucu yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Alonso ve ark., 2013). Dünyada kayıtlı ilk örneklerini 1862 yılı Almanya’ında gördüğümüz silolama işlemi (Woolford, 1984), ülkemizde 1931 yılında Ankara Atatürk Orman Çiftliği’nde denenmiştir (Şahin ve Zaman, 2010). Bahsedilen süreç içerisinde bilim dünyası ve hayvan besleme pratiğinde ilgi çeken konulardan olmuştur.

Su bakımından zengin yemler yılın her döneminde hayvanlara yedirilmek için silolanarak konserve edilirler. Silolama işlemi; yemlerin kısılması, sıkıştırılarak silo kaplarına doldurulması ve anaerob şartlarda fermente edilmesidir. Bu işlem silolama, yapıldığı yere ise silo adı verilmektedir (Filya, 2002). Bunun yanında silolama işlemi

silaj materyalini kurutma işlemine göre daha az, belki de hiç besin madde kaybına uğratmadan saklanmasını sağlar (Coblentz ve Akins, 2018). Silolama işlemi üretilen silaj materyalinin raf ömrünü uzatır ve yerden tasarruf edilmesini sağlar. Usulüne göre yapıldığı takdirde diğer konservatif yöntemlere göre yemin probiyotik içeriğini geliştirerek besin madde niteliğinin arttırıldığı, sindirimin iyileştiği ifade edilmiştir (Bolsen ve ark., 1996; Soundharrajan ve ark., 2019).

Hayvansal protein üretiminin devamlılığının bağlı olduğu yem sektöründe (Makkar, 2018) en büyük problemlerden biri yemlerin raf ömrünün uzatılarak hasat dönemi haricinde de o yem materyalinin ulaşılabilir olmasını sağlamaktır. Avantaj sağlayan tarafı ise raf ömrünün uzatılırken besin içeriğinin değişmemiş veya arttırılmış ayrıca dış kirleticilere karşı da korunuyor olmasıdır (Phillips, 1988).

Yem materyalinin depolanması için en bilinen iki yöntem silolama ve kurutmadır. İki yöntem birbirinden farklı karakterde ürün eldesi sağlamaktadır (Cheli ve ark., 2013). Her uygulamanın kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Silolamada avantaj olarak, probiyotik kazanç ve duyuşal özelliklerin gelişmesi, probiyotik bakteriler sayesinde antibesleme faktörlerin bir miktar azaltılması, hasat döneminin esnek oluşu, besin madde içeriğinin korunumu, daha az depolama alanı, silaj materyalinin işleminin hava şartlarına daha az bağımlı olması gibi nedenler sayılabilir (Küçükersan, 2004; Piltz ve Kaiser, 2004). Dezavantaj ise; anaerobik ortam şartlarının sağlanması, kullanılan silaj materyalinin nem ve protein içeriğine göre farklı derecelerde zorluk barındırır ayrıca kimi ekonomilerde başlangıç ekipman maliyeti yüksek olabilir (Johnson ve Harrison, 2001).

Kaba yemlerde kurutma işlemi, güneşte yayılarak veya uygun ekipman yardımı ile gerçekleştirilebilmektedir. (Liu ve ark., 2023; Watson ve ark., 2023). Havanın ve güneşin değişken etkileri ile oluşabilecek muhtemel besin madde kayıpları yanı sıra ekipmanlı kurutmanın her yerde bulunmayan pahalı bir işlem olması, fazladan getirdiği iş yükü nedeniyle meşakkatli bir işlemdir (Alonso ve ark., 2013). Diğer bir yandan düzgün kurutulamayan ürünlerde yüksek ihtimalle mikotoksin üretmesi gerçekleşeceği bildirilmiştir. Soldurma olarak da adlandırılan bu işlem uygulanmaya başladığında arasında mantarların da olduğu birçok aşırı şartlara dayanıklı

mikroorganizmanın üremesi ile çeşitli olası risklerin artacağı ifade edilmiştir (Hodulíková ve ark., 2016).

Yem veya insan gıdası olarak kullanılan materyallerde mikotoksin üremesi ciddi bir halk sağlığı problemi oluşturmaktadır (Claeys ve ark., 2020). DNA replikasyonu, protein sentezi gibi hücresel birçok süreç okratoksin A, deoksinivalelonden etkilendiği özellikle aflatoksin B₁ Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Kansere Çalışma Ajansı (IARC) tarafından genotoksisite yoluyla kanserojen olduğunu bildirmişlerdir (De Ruyck ve ark., 2015).

Silajların fiziki özellikleri ve besin içerikleri nedeniyle yapım ve yedirme aşamalarında daima mikotoksikozis riski ile karşı karşıya oldukları belirtilmiştir (Storm ve ark., 2008). Silajlarda küf kontaminasyonu sonucu lezzet ve yem tekstürünün bozulması dolayısı ile besin içeriğinin azalarak kuru madde alımının düştüğü, gebe kalma oranının azaldığı, yavru atma riskinin arttığı ve immun sistemin zayıfladığı birçok durum söz konusudur (Driehuis, 2011). Bahsedildiği üzere yemlerin mikotoksinler ile bulaşık olması hayvan sağlığına olan etkilerinin yanı sıra et ve süt yolu ile de insanlara ulaşabilmektedir (Fink-Gremmels, 2008). Akut zehirlenme olgularının nadir olduğu (Yiannikouris ve Jouany, 2002), uzun süreli tüketimlerde kanserojen, östrojenik ve immunsupresif etkileri ile böbrek, karaciğer, akciğer ve yumurtalıklarda hasar ve fonksiyon bozukluklarına neden olmaktadır (Scudamore ve Livesey, 1998). Rumen mikrobiyotası bazı mikotoksinlerin küçük bir miktarını elimine edebileceği ifade edilmiştir (Tapia ve ark., 2002). Fakat idame dozda uzun süreli maruziyet negatif etkileri kaçınılmaz hale getireceği bildirilmiştir (Storm ve ark., 2008).

Mikotoksinler içerisinde aflatoksin B₁'i diğerlerinden ayıran bazı farklar bulunmaktadır. Tanımlanan 18 aflatoksin türü içerisinde (Bilandžić ve ark., 2014) Aflatoksin B₁. yemlerde özellikle de silajlarda sıkça rastlanılmaktadır. Hepatokarsinojenik, mutajenik, teratojenik ve immun sistemi zayıflatıcı etkileri nedeniyle Uluslararası Kansere Çalışma Ajansı (IARC) tarafından birinci derecede kanserojen olarak sınıflandırılmıştır (Xiong ve ark., 2018). Bu toksin rasyon ile özellikle süt ineklerinde alındığında karaciğerde aflatoksin M1'e dönüştürülür. Oluşan bu metabolit süt ile atılarak kremadan bebek mamasına kadar birçok süt ürününe

geçebilmektedir (Battacone ve ark., 2005). Olası riskler göz önüne alındığında silaj yapımı ve idaresinin, silaj kalitesine doğrudan etki ettiği, sürü ve halk sağlığı için önemli bir noktada olduğu ifade edilmiştir (Prandini ve ark., 2009).

Silaj kalitesinin ilk olarak silaj materyaline ve silaj yapım uygulamalarına ne kadar bağlı kaldığına göre değiştiği bildirilmiştir (Pahlow ve ark., 2003). Türkiye’de yılda 28 milyon ton silajlık mısır ekilmektedir (TÜİK, 2023b). Silajların kalitesini etkileyen faktörlerin daha ayrıntılı incelenebilmesi amacıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak ayrı ayrı gruplar halinde irdelenmelidir.

2.2.1. Silaj Kalitesini Etkileyen Faktörler

Silajın kalitesinin, silaj fermentasyonu ve sindirilebilirliği ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Steen ve ark., 1998). Kaliteli kaba yem üretimi ne kadar önemliyse bu yemin kuru madde veya besin içeriği kaybetmeden saklanabilmesi de o kadar önemli bir uygulamadır. Çünkü anaerobik fermentasyon ortamı oluşturulsa da silolama ve yedirme aşaması olmak üzere her zaman oksijenli bir faz bulunacağı ifade edilmiştir (Rooke ve Hatfield, 2003). Kaliteli bir silaj yapmanın incelikleri besin madde içeriğinin ve fermentasyon aşamalarının anlaşılmasından geçtiği bildirilmiştir (Kaiser ve ark., 2003).

2.2.1.1. Fiziksel Faktörler

Çevre Sıcaklığı

Silolanacak silaj materyalinin en uygun fermentasyon aşamalarını geçirebilmesi için çevre ve silo içi sıcaklığın belirli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Fermentasyonun baş aktörlerinden olan laktik asit bakterileri (LAB), 5 ila 50°C gibi geniş sıcaklık aralığında çalışsalar da en işlevsel 30°C’de olduğu bildirilmiştir (McDonald ve ark., 2010). Aşırı soğuk iklim şartları da yine LAB işlevini azalttığı, ortam sıcaklığının en az 10°C olması gerektiği, diğer yönden 35°C ve üzeri sıcaklıkların fermentasyon kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Weinberg ve ark., 2001).

Parçacık Büyüklüğü ve Silaj Yoğunluğu

Silolamada silaj materyalinin parçacık büyüklüğünün fermentasyon üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Parçacık büyüklüğü bitkinin türü ve kuru madde düzeyine göre değişmekle beraber, kuru madde düzeyi yüksek yemlerin uzun bırakılmasının silonun sıkıştırılmasını zorlaştıracığı bildirilmiştir (Beauchemin ve ark., 1994).

Uygun parçacık büyüklüğünün ideal boyutta olması, silo içerisindeki havanın çıkarılmasına yardımcı olarak fermentasyonun aerobik fazının çabuk atlatılarak silaj kalitesini iyileştireceği ifade edilmiştir (Kononoff ve ark., 2003).

Diğer bir yandan küçük boyutlarda kıyılmış yemlerde epifitik bakterilerin, hızlı biçimde suda çözünebilir karbonhidratları işlenmesi ile ortamda su oluşur, istenmeyen ikincil fermentasyona yol açabilir. Ayrıca çok küçük kıyılmış yem ile yapılan silajlar çiğneme aktivitesini yeterince uyaramayabilir ve rumenin tamponlanamayacağı ifade edilmiştir (Bal ve ark., 2000). Parçacık büyüklüğü çok küçük olan rasyonlar rumen mikroorganizmaları tarafından çok hızlı bir şekilde tüketilerek pH'yı ani bir şekilde düşürebilir (Laarman ve Oba, 2011), bu durumun rumende parakeratoza sebep olacağı bildirilmiştir (Beharka ve ark., 1998).

2.2.1.2. Kimyasal Kompozisyon

Fermentasyon kalitesini etkileyen bir diğer faktör silajın kimyasal kompozisyonudur. Fermentasyonun seyrinin ilk olarak silaj pH'sı ile takip edilebileceği belirtilmiştir (Muck, 1988). Silajların içeriğinde bulunan organik asitler olarak adlandırılan bileşikler fermentasyonun diğer bir belirteçidir. Karbonhidratların hızla fermente edilerek arzu edilen organik asitlere dönüşmesi fermentasyonun seyrinin incelenmesinde önemlidir (Lemus, 2010). Silajlarda tanımlanan başlıca organik asitler asetik, bütirik, laktik, propiyonik, valerik ve formik asit olarak bildirilmiştir. Fakat toplam organik asit konsantrasyonu içerisinde laktik, asetik, bütirik ve propiyonik asitler çoğunluğu oluşturdukları için daha çok bahsedilirler (Cherney ve Cherney, 2003).

Organik asitler içerisinde laktik asit bakterileri ve ürettikleri laktik asit, silajın kalitesi ve silolamanın başarısı için önemli bir rol oynamaktadır (Driehuis ve ark., 2018). Özellikle homofermentatif bakteriler tarafından birincil fermentasyonda üretilen laktik asit, diğer organik asitlere göre daha güçlüdür. Bu durum laktik asidin, asidik iyonlaşma sabitinin (pKa) 3,86 ile asetik asit – 4,75 ve propiyonik asit 4,87 gibi asitlerden daha kuvvetli olması ile ilişkilendirilmektedir. Laktik asit silajlarda kuru maddede %4-7 arasında değişen seviyelerde olabilmektedir. Bu durum düşük kuru maddeli silajlarda daha fazla olarak da seyredildiği bildirilmiştir (Kung ve ark., 2018). Çalışmacılar tarafından yüksek bir laktik asit iyi bir fermentasyon ve düşük kuru madde kaybı ile ilişkilendirilmektedir (Seglar, 2003).

Silajlara karakteristik sirke kokusu ve tadını sağlayan asetik asit kuru madde %1 ila 3 arasında bulunabilmektedir. Genellikle %3'ün altına olması tercih edilen asetik asit bu düzeyin üstünde bulunduğunda yetersiz homofermentatif fermentasyon ile ilişkilendirilebileceği bildirilmiştir (Cherney ve Cherney, 2003). İstenilen düzeylerdeki asetik asit mayaları inhibe edebilecek antifungal özellikler taşıdığı aerobik stabilite direncinin artmasına olanak sağladığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra asetik asit düzeyinin istenilenden yüksek olması keskin kokusu ile yem tüketimini azaltacağı ve verim kaybına neden olabileceği ifade edilmiştir (Kung, 2018).

Kaliteli bir silajda propiyonik ve bütirik asit %0.1'den daha az, hatta mümkünse bütirik asidin hiç bulunmaması tercih edilmektedir. Bütirik asit, ikincil fermentasyon ile ilişkilendirilmekte ve silajın duyuşal faktörlerinde bozulmaya sebep olan kokuşma nedeni olarak bildirilmiştir (Pahlow ve ark., 2003). Silajlarda bütirik asit konsantrasyonunun artması kuru madde tüketimini azalttığı ifade edilmektedir (Charmley, 2001).

Suda Çözünabilir Karbonhidrat Miktarı

Silolanan silaj materyalinin fermentasyon kalitesi içeriğinde bulunan suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK/WSC) miktarı ile ilişkilidir. Silo içerisindeki mikroorganizmalar SÇK'ları yarışmacı olarak tüketerek çoğalmaktadırlar. Bu yarış içerisinde LAB mikroorganizmaları SÇK tüketerek laktik asit üretmektedir (Wilson ve Webb, 1937). Silaj materyalinin içerisinde bulunan SÇK üretilen laktik asit ve pH

düşüşü ile yakından ilgilidir. Yeterli SÇK olmaması yeterli düzeyde laktik asit üretilmemesine böylelikle silaj fermentasyon kalitesinin düşmesine neden olabileceği bildirilmiştir (Haigh, 1990).

SÇK, buğdaygil yemlerinde 2.42-5.44, baklagillerde ise 0.72-1.64 aralığında değişen değerlerde bulunabilmektedir. Bu nedenle buğdaygil silajlarında pH, baklagil silajlarına göre daha düşük olmaktadır (Wilson ve Webb, 1937). Bitkinin vejetasyon dönemi ilerledikçe içerisindeki SÇK yerini nişasta gibi dolgu maddelerine bırakır. Nişasta granüllü hidrofobik yapısı ile daha zor hidrolize edilir. Bu durum fermentasyon kalitesini etkileyen faktörlerden biridir (Huntington, 1997).

Tamponlama Kapasitesi

Bitkinin 1 g kuru maddesinin pH'sını 6'dan 4'e düşürülmesi için gerekli olan miliekivalent laktik asit miktarı ile ölçülmektedir. Yemler için pH değişikliklerinde görülen direnç olarak açıklanabilir. Bu direnci tampon özellik gösteren kimyasal maddeler sağlamaktadır (McDonald ve ark., 1991). Bahsedilen kimyasal bileşikler silaj pH'sının düşüşünü geciktirir ve engeller. Yüksek tamponlama kapasitesine sahip yemlerde fermentasyonun zayıflaması söz konusu olabilmektedir (Piltz ve Kaiser, 2004).

Silolanacak silaj materyalinin yüksek tamponlama kapasitesine sahip olması nedeniyle fermentasyonun karşılaşacağı direnç suda çözünebilir karbonhidratların miktarının arttırılması ile çözümlenebileceği bildirilmiştir. Böylelikle istenilen pH düşüşü sağlanarak fermentasyon güvenceye alınabilmektedir (Seglar, 2003).

Kuru Madde Miktarı

Silolanan yemin kuru madde miktarı %30-35 düzeylerinde olması istenmektedir. Bu durumun sebebi ise uygun kuru madde düzeyi, yemin daha iyi sıkıştırılmasına olanak sağlayarak aerobik fazı kısaltmasıdır (Rooke ve Hatfield, 2003). Böylelikle fermentasyon kalitesi iyileştirilebilmektedir. Anaerob ortam sağlanarak laktik asit üretimi sürdürülmekte ve besin madde kayıpları en aza indirilmektedir (Huhtanen ve ark., 2007).

Yapılan silajların kuru madde düzeyi %25 ve altında olduğu durumlarda, silo ortamına su çıkışı gerçekleşecektir. Böylelikle yarışmacı mikroorganizma ortamında ikincil fermentasyon olarak tabir edilen Clostridial fermentasyon gelişme riski artacağı bildirilmiştir (Weinberg ve ark., 2003).

2.2.1.3. Biyolojik Faktörler

Silolamanın ilk aşaması olan silaj materyalinin hasat edilmesi birçok mikroorganizmayı da beraberinde getirmektedir. Bu mikroorganizmaların miktarı toprağın yapısına, gübreleme miktarına, çevre şartlarına, silonun yapıldığı yere, kuru madde düzeyine, biçim işleminin yerden ne kadar yüksekten yapıldığı gibi çeşitli faktörlere göre değişmektedir. Hasatla beraber gelen mikroorganizma yüküne, epifitik mikroorganizmalar olarak adlandırılmaktadır (Ali ve ark., 2020).

Silaj materyalinin üzerinde gelen mikroflora ile başlayan fermentasyon sonucunda son ürün olarak organik asitler, çeşitli alkoller, karbondioksit ve çeşitli fenolik bileşikler oluşabilmektedir. Silajın bozulmadan besin madde kaybına uğramadan kalabilmesi için en önemlisi de laktik asittir. Bunun için istenilen mikroorganizma yükü laktik asit bakterileri yönündedir (Pahlow ve ark., 2003).

Bu değişkenler göz önüne alındığında yeşil yemlerin bir kısmı silolanabilirliklerine göre Tablo 2.1.'deki gibi gruplandırılmıştır (Piltz ve Kaiser, 2004).

Tablo 2.1. Bazı yeşil yemlerin silolanabilirliğine göre gruplandırılması (Piltz ve Kaiser, 2004).

Kolay Silolanabilir Yemler	Orta Düzey Silolanabilir Yemler	Zor Silolanabilir Yemler
Mısır Hasılı	Çayır Otu	Çiçeklenme Öncesi Üçgüller
Şeker Pancarı Yaprakları	Çiçeklenme Sonrası Üçgüller	Kolza
Pancar Yaprakları	Çiçeklenme Sonrası Lüpen	Hardal
Darı	Bakla	Fiğ
Çiçeklenmiş Ayçiçeği	Erken Hasat Ayçiçeği	Körpe Mera Otları
Lahana Yaprakları	Tırfıl	Tatlı Lüpen

2.2.2. Silajların Fermentasyon Dönemleri

Silaj ve silolama işlemi hayvan besleme pratiğinde önemli bir yere sahiptir. Kaliteli bir silaj fermentasyonun sağlanması için fermentasyonun aşamalarının iyi anlaşılması ve kontrol edilebilmesi gerekmektedir (Seglar, 2003). Silolama 4 fermentasyon aşaması ile incelenmektedir. Bunlar; aerobik faz, fermentasyon fazı (anaerobik faz), durağan (stabil) faz ve silonun açıldığı yedirme aşaması olarak isimlendirilmiştir (Muck ve ark., 2003).

Silaj fermentasyonun her daim riskleri mevcuttur. Bunun sebebi; silolamanın başlangıcında ve yedirilme aşamasında kaçınılmaz aerobik maruziyetin olması, suda çözünebilir karbonhidrat varlığı mikroorganizmalar tarafından kullanılan tek enerji kaynağı olmaması, mikroorganizmalar arasında substrat için yarışmacı bir ortam olması olarak sıralanabilmektedir (Rooke ve Hatfield, 2003).

Bu risklerin yanı sıra kazanım daha değerlidir. Düzgün hazırlandığı ve yedirilme aşaması iyi yönetilen bir silaj hayvanlar için herhangi bir sağlık riski barındırmayan kaliteli bir yemdir. Özellikle silolama ile gelişen probiyotik etki silajı daha avantajlı hale getirmektedir (Weinberg ve ark., 2003).

2.2.2.1. Aerobik Faz

Hasat ile başlayan bu faz bitkinin kuru madde miktarına, parçacık büyüklüğüne ve sıkıştırma yoğunluğuna göre içerisinde oksijen barındırmaktadır. Silo kapatıldıktan sonra fakültatif aerobik mikroorganizmalar tarafından kullanılan suda çözünebilir karbonhidratlar sonucu karbondioksit oluşturulur. Böylelikle silo içerisinde anaerobik ortam oluşturulmuş olur (Elferink ve ark., 2000).

Aerobik mikroorganizmaların SÇK'ları kullanması sonucu ortaya karbondioksit ve su çıkmaktadır. Aerobik fazın süresinin uzaması sonucu silo içerisinde ısı çok fazla artabilir (Bolsen ve ark., 1996). Silo iç sıcaklığının 44°C ve üzerine çıkması çeşitli kimyasal reaksiyonları tetiklemektedir. Bitki besin madde içeriğindeki şekerler gibi karbonhidrat ürünleri ile proteinlerin serbest amino gruplarının reaksiyona girerek polimer oluşturması sonucu silo içerisinde kahverengi renk değişimlerine neden olur. Bu kahverengi renk değişimi esmerleşme veya Maillard reaksiyonu olarak adlandırılmaktadır. Esmerleşmenin etkisi sadece duysal özelliklere değil birleşime uğrattığı protein ve selüloz ünitelerinin sindirilebilirliğini de azaltmaktadır (van Soest ve Mason, 1991).

Fermentasyon kalitesinin korunarak iyi kaliteli bir silaj eldesi için aerobik fazın mümkün olduğunca kısaltılarak anaerobik ortamın sağlanması gerektiği ifade edilmiştir (Cherney ve Cherney, 2003).

2.2.2.2. Fermentasyon (Anaerobik) Fazı

Silo içerisinde oksijenin tükenmesi ile başlayan bu dönemde LAB türleri Clostridia, Enterobacteriaceae, küf, maya ve mantarlar ile rekabet etmektedir. Silo içerisinde kullanılabilir SÇK'nın tükenmesi ile bu faz da sonlanmaktadır (Thomas ve ark., 1979). Bu dönemde LAB'lar tarafından son ürün olarak üretilen organik asitler özellikle de laktik asit sayesinde siloda pH düşüşü gerçekleşerek istenmeyen mikroorganizmalar baskılanmaktadır (Winters ve ark., 1998).

Fermentasyon aşamalarında pH'nın yeteri kadar düşmediği ve silo ortamında oksijen bulunduğu durumlarda sağlık risklerine ve bozulmalara yol açabilecek

mikroorganizmaların gelişebileceği bildirilmiştir. *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve Enterobacteriaceae ailesine ait türler gibi mikroorganizmaların silajda üreyerek hayvan sağlığını, süt ve ette bulunarak da insan sağlığını tehlikeye attığı belirtilmektedir (Driehuis ve ark., 2018).

2.2.2.3. Durağan (Stabil) Faz

Siloda SÇK'nın tükenmesi, LAB'ların ortamda hakim mikroorganizma konsantrasyonuna ulaşması ile durağan bir fermentasyon dönemi başlar (Huhtanen ve ark., 1985). Dışarıdan su veya oksijen girişi gibi fermentasyonun gidişatını değiştirecek herhangi bir etki olmaksızın ortam pH'sı istenilen düzeylere indiği takdirde silo materyalinde herhangi değişiklik olmadığı durağan bir dönem olarak gerçekleşmektedir (Bolsen ve ark., 1996).

2.2.2.4. Silonun Açılması (Yedirme Aşaması) Fazı

Silonun yedirilme amacıyla açıldığı faz olarak isimlendirilmektedir. Bu dönemin risk faktörü ise oksijen maruziyetidir. Silonun açılması ile içeri giren oksijen sonucu aerobik faaliyet başlar maya ve küfler canlanır. Bunun sonucunda laktik asit, asetik asit, kuru madde miktarlarının düşmesi ile besin madde miktarı azalmaktadır (Kung ve ark., 2018).

Silo yemleme zamanlarında açılıp kullanılmadığı zamanlarda sıkıca kapatılırsa bu dönemde görülecek istenmeyen aerobik aktivitenin mümkün olduğunca azalacağı bildirilmiştir (Filya, 2002).

2.2.3. Silaj Kalitesinin Değerlendirilmesi

Silolanan yemler çeşitli değişkenler üzerinden değerlendirilebilmektedir. Bunlar renk, koku, yapı, doku gibi öznele yakın Flieg puanı (Chang ve ark., 2012) ve kuru madde, serbest amonyak azotu, pH, aerobik stabilite, organik asit kompozisyonu gibi çeşitli değişkenlerin ölçümü ile yapılabilmektedir.

Türkiye ve dünyada daha sık tercih edilen mısır silajı gibi buğdaygiller kuru madde olarak %30-40 aralığında, 3.8-4.2 pH gibi ölçüm aralığında bulunurlar. Bu veriler neticesinde baklagillere göre daha kolay silolanabilen silaj materyali grubunda yer almaktadırlar. Baklagiller gerek hasat kuru madde miktarları gerek protein düzeyleri ile buğdaygil değerlerinde bulunmaz ve silolaması daha güç yemler olarak adlandırılırlar (Kung ve Shaver, 2001). Baklagillerin saklama koşullarının buğdaygillere nazaran daha zorlu olduğu ifade edilebilir.

Hayvan besleme pratiğinde buna benzer çeşitli zorlukların giderilebilmesi için bazı uygulamalar mevcuttur. Bunlardan en çok kullanılanlarından biri de silaj katkı maddeleridir.

2.2.3.1. Silaj Katkı Maddeleri

Silolama sırasında silaj katkı maddelerinin kullanılarak silaj materyalinin kaliteli bir fermentasyona tabi tutularak besin madde kayıplarının önlenmesi, raf ömrünün uzatılması, probiyotik özellik kazandırılarak ekonomik yarar sağlanması amaçlanmaktadır (Kaiser ve ark., 2003). Bu amaçların sağlanabilmesi özellikle de ekonomik ise silajlara çeşitli katkı maddeleri katılmaktadır (Bolsen ve ark., 1996).

Silaj katkı maddeleri gösterdikleri etkiye göre gruplandırılmıştır. Bunlar; fermentasyon uyarıcıları, fermentasyon inhibitörleri, aerobik bozulmayı önleyenler, emilim arttırıcılar olarak 4 grupta incelenebilmektedirler (McDonald ve ark., 1991). Fakat bu sınıflandırmanın silolama zamanında istenilen etkiye göre yapıldığı bildirilmiştir. Bir katkı maddesi bu gruplandırmanın birden fazla noktasında etki gösterebilir (Muck ve ark., 2018).

Baklagiller gibi özellikle silolaması zor olan yem gruplarında konservatif bir yöntem olarak silolama yapmak çok zorlayıcı olabilmektedir. Baklagillerin azot içeriğinin fazla olması SÇK içeriğinin ise yeterli olmaması nedeniyle gerçekleşmesini istediğimiz fermentasyonun güven altına alınması gerekmektedir. Bu nedenle katkı maddelerinin kullanımı yerinde bir önlem olur (Jaster, 1995).

Kimyasal ve biyolojik silaj katkı maddeleri silaj pH'sında hızlı bir düşüşü teşvik ederek ikincil fermentasyonu ve aerobik bozulmayı önlemektedir. Bu durumun silajın kalitesini korunmasına neden olacağı ifade edilmiştir (Kung ve ark., 2003). Baklagil bitkileri buğdaygil bitkilerine göre daha yüksek tamponlama kapasitesine sahiptir. Bu nedenle baklagil silajları, buğdaygil silajları kadar düşük pH'da bulunamayacağı bildirilmiştir (McDonald ve ark., 1991).

Silo ortamında laktik asidin oluşmaması proteolitik *Klostridia*'ların aktive olmasını sağlayacak ve proteinlerden elde edilen amino asitleri deaminasyon ve dekarboksilasyon yolları ile amonyağa dönüştürecektir (Davidson ve Stevenson, 1973). Siloda engellenemeyen protein yıkımının oluşturduğu tampon etkisi pH'nın düşüşünü de engelleyecektir (Jayanegara ve ark., 2019). Bu nedenle silajın kalitesini belirleyen önemli noktalardan biri de içeriğinde protein yıkımının indikatörü serbest amonyak azotunun miktarıdır (Ferraretto ve ark., 2015).

Proteolizisin önlenmesi (Ke ve ark., 2022), kimyasal katkılara göre doğal katkı maddelerinin toksisite ihtimallerinin daha az, kalıntı (Makkar ve ark., 2007) risklerinin ise olmaması nedeniyle tanen adı verilen doğal katkı maddesi ile silolama uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Silolama sürecinin 90 gün olmasının nedeni ise silaj materyalinin biçiminin yaz mevsimi başına denk gelmesi sonucu kurak dönemde de fonksiyonel kaba yem devamlılığını sağlayabilmesi olmuştur.

2.2.4. Yemlik Şalgam (*Lenox/Brassica Rapa L.*) ile Yapılmış Silaj Çalışmaları

Yemlik şalgam bitkisi ile literatürde yapılan çalışmalar büyük çoğunlukla, bitkinin biçim özelliği nedeniyle kitabi olarak düşük (%19-20) olarak değerlendirilen bir kuru madde (Fisher ve ark., 1985) düzeyine sahip olması dolayısıyla kuru madde düzeyini veya kolay fermente edilebilir karbonhidrat içeriğinin arttırılması yönünde gerçekleştirilmiştir.

Hart ve Horn (1987), kuru madde düzeyi %20.9 olan yemlik şalgam bitkisine, %27.7 ve 49.7 kıyılmış buğday samanı, %27.1 ve 46.1 amonyakla (%45 KM'ye %7.9 amonyak azotu olacak şekilde) muamele edilmiş buğday samanı ile ayrı silolar hazırlamıştır. Hazırlanan silajlar sindirilebilirliğin belirlenebilmesi için koyunlara yedirilmiştir. Buğday samanı ilave edilen silajların sindirilebilirliğinin azaldığı amonyak ile muamele edilen silajlarda ise sindirilebilirliğe önemli bir katkısının olmadığı bildirilmiştir.

Çetin (2017), gerçekleştirdiği tez çalışmasında yemlik şalgam bitkisini %6 mısır kırması, %6 buğday kırması, %3 melas ilave ederek silolamıştır. Elde edilen çalışma sonuçları, %3 melas katkısının ham kül ve laktik asit içeriğini arttırdığı fakat protein içeriğini düşürdüğü bunun yanı sıra ADF, pH, AA, PA içeriklerinde gruplar arasında istatistiki olarak önemlilik bulunmadığı bildirilmiştir. Araştırmacı yemlik şalgamın herhangi bir katkı maddesi olmadan da silolanabileceğini ifade etmiştir. (Çetin, 2017)

Daş (2019), gerçekleştirdiği tez çalışmasında yemlik şalgam bitkisine %7, 10 ve 15 buğday samanı ayrıca %1, 2 ve 3 düzeylerinde melas ilave ederek silolamıştır. Silajlarda, ilave edilen katkıların besin madde değerleri, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği, pH, serbest amonyak azotu organik asit değerleri değişkenleri incelenmiştir. Bu silaj denemesinden elde edilen sonuçlar neticesinde, yemlik şalgam+%3 melas katılan grup ve yemlik şalgam+%7 buğday samanı+%2 melas katılan gruplar seçilerek mısır silajı ile karşılaştırılmak üzere klasik sindirim denemesi gerçekleştirilmiştir. Klasik sindirim denemesinde mısır silajı günlük canlı ağırlık artışında yemlik şalgam gruplarına göre daha önemli, yemlik şalgam silajları ise benzer önemlilikte bulunduğu bildirilmiştir. Yemden yararlanma oranı olarak üç grupta birbirine benzer bulunmuştur. Genel değerlendirme içerisinde yemlik şalgam bitkisinin kaliteli silaj niteliği taşıdığı ifade edilmiştir.

Gümüş ve ark. (2020), yemlik şalgam bitkisini %10 arpa, %0.5 formik asit, %5 şeker ve %5 melas ilave ederek siloladıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Arpa ve melas ilavesinin silajların kuru madde içeriğini önemli oranda arttırdığı bildirilmiştir. Silajlarda serbest amonyak azotu değişkeninde istatistiki olarak önemlilik

bulunamamış fakat yemlik şalgam silajının ileriki hayvan besleme çalışmalarında alternatif olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Öztürk (2021), yemlik şalgam bitkisini hasat edildiği gibi ve soldurarak ayrıca %5 melas, %4 buğday kırığı, %30 rygrass hasılı katkıları ile siloladıkları bir tez çalışması gerçekleştirmişlerdir. NDF ve ADF kontrol ile soldurulan gruplarda benzer çıkarken diğer grupların kontrol grubundan düşük olarak bulunduğu bildirilmiştir. En yüksek LA rygrass ilave edilen grupta bulunmuş, en yüksek serbest amonyak düzeyi ise buğday kırığı ilave edilen grupta tespit edilmiştir. Araştırmacı, yemlik şalgam bitkisinin katkısız veya kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin katkılar ile silolabileceğini ifade etmiştir.

Yıldız ve ark. (2022), yemlik şalgam bitkisini %5 melas ve %4 ezilmiş arpa ile siloladıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yemlik şalgam bitkisi aynı zamanda çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme dönemi, çiçeklenme sonu olmak üzere üç farklı dönemde hasat edilerek silolar hazırlanmıştır. Bitkinin vejetatif döneminin besin madde içeriğine doğrudan etkili olduğu bildirilmiştir. Dönemin ilerlemesi ile kuru madde, organik madde, ham yağ, NDF, ADF içerikleri artmış ham protein içeriğinin düştüğü belirtilmiştir. Melas ve arpa katkılarının kuru madde, ham yağ içeriklerini arttırdığı bildirilmiştir. Vejetasyonun ilerlemesinin LA, AA, enerji değerlerinde ve pH'da düşüşe neden olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak vejetasyon döneminin ilerlemesinin arpa ve melas gibi katkı maddeleri ile telafi edilerek silolanabileceği, yemlik şalgam bitkisinin ruminant beslemede alternatif bir kaba yem olabileceği bildirilmiştir.

Denen ve Malayoğlu (2022), yemlik şalgam bitkisini hasat edildiği gibi ve soldurularak elde edilen kuru madde düzeylerinde buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı katarak silolamışlardır. Soldurma ve katkı maddeleri ile kuru madde düzeylerinin yükseldiği bildirilmiştir. Soldurma işleminin serbest amonyak azotunu ve maya sayısını düşürdüğü belirtilmiştir. Soldurmanın ve katkı maddelerinin silajlarda fermentasyon kalitesini iyileştirdiğini pancar talaşı katılan grup haricinde diğer gruplarda aerobik direncin arttığı ifade edilmiştir.

2.3. Tanenler; Kimyasal Bileşimi, Etkileri ve Hayvan Besleme Pratiğinde Kullanımı

Daha önceleri yaygın olarak deri tabaklama işlemlerinde kullanılan ve Fransızcada anlam karşılığı ‘Tannin’ olan bileşik, Türkçe’imize ‘Tanen’ olarak geçmiştir (Khanbabaee ve Van Ree, 2001). Polifenolik bir bileşik olan tanenler çok yıllık bitkilerin ikincil metabolitleri olarak bulunmaktadır (Herrera ve ark., 2017).

Doğada özellikle kestane, meşe, divi-divi, quebracho/demir ağacı gibi çok yıllık ağaç ve ayrıca sumak gibi bitkilerde yaprak, kök ve yumrularında farklı derişimlerde bulunabilmektedir. Tanenlerin aslında bu bitkilerin kendi bütünlüğünü dış tehditlere ve enfeksiyonlara karşı koruyabilmesi için oluşturduğu biyolojik bir bariyer olduğu belirtilmiştir (Haslam ve Cai, 1994).

Duyusal olarak, beyazdan sarıya farklı renklerde, kendisine has niş bir kokusu, buruk bir tadı olan, doğal bir bileşiktir (Khanbabaee ve van Ree, 2001). Geçmişten günümüze doğal ortamda ve ruminant besleme biliminde ister entansif ister ekstansif besleme modellerinde çok fazla miktarda tanen bileşiğine sahip silaj materyali bulunduğu bildirilmiştir (Jerónimo ve ark., 2016). Örnek olarak; sorgum, darı, arpa, fasulye, bezelye, korunga ve birçok baklagil kaba yemlerinde farklı düzeylerde tanen bulunduğu belirtilmiştir (Akbay ve ark., 2020; Huang ve ark., 2022).

Tanen içeren ürünler, tarihsel süreçte milattan önce 1500 yılından beri gıdadan, deri endüstrisine ve ilaç sektörüne kadar birçok uygulama alanında kendine yer bulmuştur. Geleneksel Uzakdoğu tıbbında özellikle de Çin ve Japon öğretilerinde kullanım alanı vardır. Örnek olarak; antiseptik, anti-inflamatuar, hemostatik etkileri nedeniyle özellikle gastrointestinal problemlerde, diğer yandan ağır metal zehirlenmelerinde bağlayıcı, ishal semptomlarında peklik verici olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Haslam ve Cai, 1994; Yoshida ve ark., 1991). Günümüzde beşerî kullanımda oksidatif strese karşı yüksek polifenolik yapısının antioksidan etkileri ile kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve osteoporoz gibi problemlerden korunmada profilaksi amacı ile önerilmektedir (Szcurek, 2021).

Bazı çalışmalar geleneksel Çin tıbbında kullanılan farklı tanen türlerinin anti-inflamatuar, anti-fibrotik, anti-mikrobiyal, anti-diyabetik özellikleri ile çeşitli kanser türlerinde tedaviye yardımcı olarak kullanılabileceği ifade edilmektedir (Rajasekar ve ark., 2021). Kullanılan tannik asit bileşikleri, genel olarak güvenli olarak tanımlanan gıda katkı maddeleri içerisinde (GRAS;Generally Recognized as Safe) sınıflandırılmaktadır (FDA, 2016).

Yapısında bulunan hidroksil grupları, polimerizasyon derecesi ve redoks aktivitesi sayesinde serbest radikalleri temizleyebildiği için güçlü antioksidan etkileri bulunmaktadır (Nawab ve ark., 2020). Özellikle kakao, yeşil çay, üzüm çekirdeği, kıvılcık, sorgum kepeği, kabuk tarçın, nar, böğürtlen ve mazı gibi tanenlerin kanser hücre oluşumunu engelleyen profilaktik etkileri olduğu ifade etmektedir. Bulgular, tanen bileşiklerinin apoptozu, çoğalmayı, metastazı ve anjiyogenezi içeren birçok sinyal yolunu ve gen ifadesine etkileyerek işlevsel olduğunu belirtmektedir. Fakat bu bileşikler ümit verici özelliklerinin yanı sıra biyotransformasyon sınırlarının genişliği, gastrointestinal emilim zayıflığı, dışkı ve idrar ile hızlı atılım ayrıca yüksek dozlarda işlevlerinin bilinmezliği kullanımlarını sınırlandıran etkenler olduğu ifade edilmiştir (Rajasekaran ve ark., 2021).

Türkiye coğrafyasında tanen varlığı incelendiğinde doğada yabani olarak bulunan 20 kadar mazı meşesi türü ilk olarak karşımıza çıkan tanen kaynaklarındandır. İçeriğindeki tanen konsantrasyonları %50-70 oranında değişmekle birlikte bu türler arasında en çok bilinen Batı Anadolu'da yetişen bazı meşe (Quercus) türlerinin dalları üzerinde meydana gelen pamuk mazısı %22, meşe kabukları da %10-20 oranında gallik asit taneni içermektedir. Pelit olarak adlandırılan ve meşe türünün meyveleri olan palamutlar yaklaşık %10 oranında gallik asit taneni barındırmaktadır. Ayrıca kabuklarının içeriğinde %15 oranında tanen barındıran 25 kadar söğüt ağacı türü yine Türkiye bitki örtüsü içerisinde yer almaktadır (Aydın ve Üstün, 2007).

Literatürdeki görüşler; tanen kullanımının hayvanlar üzerinde kuru madde alımını, lif sindirilebilirliğini ve dolayısı ile performansı azalttığı (Makkar ve ark., 2007), diğer yandan başka çalışmalar protein kullanımı ve azot verimliliğini arttırdığı, hayvanlarda iç parazit kontrolünü sağladığı, kuru madde alımı, büyüme performansına olumlu katkılarından (Piluzza ve ark., 2014) bahsettiği karşıtlıklardan oluşmaktadır.

Antioksidan kapasitenin arttırılarak immun sistem üzerine olan etkilerin incelenmesi üzerine olan son dönem çalışmaları (Ciliberti ve ark., 2019; Maggiolino ve ark., 2019) tanenlerin güncelliğini korumasına neden olmuştur.

2.3.1. Tanenlerin Biyokimyasal Yapısı ve Sınıflandırılması

Bitkilerin sentezledikleri organik bileşikler birbirinden farklı metabolik ürünlerdir. Bunlar birincil ve ikincil metabolitler olarak gruplandırılmaktadır. Birincil metabolitler; fotosentez, solunum, büyüme ve gelişme ile ilgili temel işlevlere sahip bileşiklerdir. Bunlar; fitosteroller, lipidler, nükleotidler, amino asitler ve organik asit gibi bileşikler olarak örneklendirilebilirler (Croteau ve ark., 2000).

İkincil metabolitler ise alkaloidler, terpenoidler, fenolikler olarak adlandırılan fitokimyasallardan oluşan bileşik gruptur. Bu bileşikler bitkiye çeşitli fonksiyonlar kazandırmaktadır. Bunlara örnek olarak herbivorlara, bakteri, fungus ve virüslere karşı savunma sistemi oluşturmak, tohum dağıtıcı canlılara karşı çekici özellik kazandırmak, UV gibi çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı koruyucu etkileri gösterilebilir (Crozier ve ark., 2007).

Polifenolik ikincil metabolitlerden olan tanenler, daha önceleri 1000 ile 20000 daltona kadar farklı molar kütlelerdeki ‘makromoleküler fenolik bileşikler’ olarak tanımlanmış, kondanse ve hidrolize olarak iki farklı grupta kategorize edilmiştir (D’Mello ve ark., 1991). Bu tanımlama bazı noktalardan eksik olmasından dolayı anlamı tam olarak karşılayamamaktadır (Aydın ve Üstün, 2007). Moleküler ağırlıkları 300 ila 5000 arasında değişen bu ikincil metabolitler 300 ila 3000 arası değişen molaritelerde bulunabildikleri bildirilmiştir (Belščak-Cvitanović ve ark., 2018).

Biyokimyasal yapısının çeşitliliği, uygulanan canlı türü ve uygulanan doz gibi faktörler tanenlerinin etkisini negatif, pozitif veya etkisiz olarak görülmesine neden olabildiği ifade edilmiştir (Patra ve Saxena, 2011). Tanenlerin biyokimyasal çeşitliliği, etkilerinin karakterize edilmesini ve genelleştirilmesini güçleştirmektedir (Rodríguez ve ark., 2014).

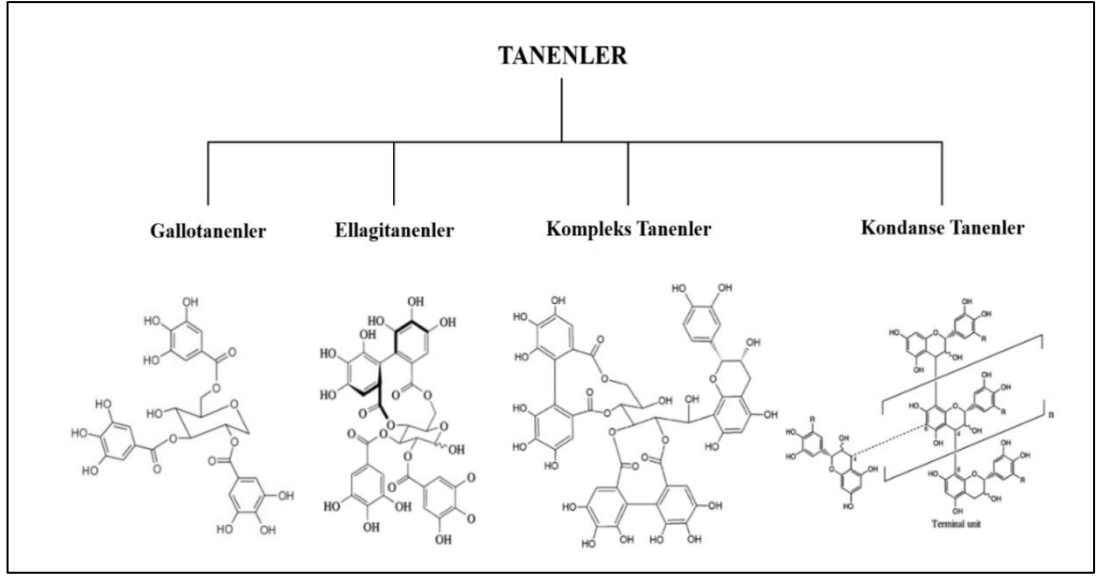
2.3.1.1. Tanenlerin Sınıflandırılması

Tanenler, tannik asit olarak da adlandırılan polifenolik bileşiklerdir. Sistematik bir sınıflandırma içerisinde ilk olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar hidrolize olabilen ‘hidrolize tanenler’ ve hidrolize edilemeyen yoğunlaştırılmış ‘kondanse tanenler’ olarak adlandırılmaktadır (Bartzoka ve ark., 2017). Tanenlerin gruplara ayrışmasının ilk çıkış noktası bu bileşiklerin su veya tanaz ile etkileşime girerek hidrolize olabilmesidir. Hidrolize olarak karbonhidrat ve fenolik asitlere ayrışan bu grup tanenler hidrolize tanenler olarak isimlendirilmiştir (Kashiwada ve ark., 1992). Bu grup içerisinde, gallotanenler ve ellagitanenler bulunmaktadır (Kiss ve Piwowarski, 2016).

Ellagitanenler, 1985 yılında heksahidroksifenoil (HHDP) içerisinde C-glikozidik kateşin birimlerine sahip tanen grubu olarak ifade edilmiştir (Nonaka ve ark., 1985). Fakat tam olarak sınıflandırılmayan bir içeriktir. Bunun sebebi polifenolik kimyasal bileşimi içerisinde farklı bir C-C etkileşimine sahip olması ile tamamen hidrolize edilememesidir (Nishimura ve ark., 1986).

Tanenler, yapısal farklılıkları ile incelendiğinde kimyasal bileşimlerine göre 4 kategoride incelenebilmektedir;

1. Gallotanenler; Galloil veya bunun meta-bağlı (yönlendirici grup) çeşitli kateşin, triterpenoid ve poliol birimlere bağlı tanen türevlerinin hepsine verilen isimdir (Muñoz ve ark., 2017).
2. Ellagitanenler; Temelde iki C-C bağlı galloilden oluşmaktadır. Glikozidik ilişkili herhangi bir kateşin birimi içermemektedir (McDougall ve ark., 2008).
3. Kompleks tanenler; Bir gallotanin veya ellagitanen birimine glikozidik bağlar ile bir kateşinin bağlı olduğu tanen grubudur (Girard ve Bee, 2020).
4. Kondanse tanenler; Yoğunlaştırılmış tanenler olarak da adlandırılan bu grup, bir kateşinin C-4, 6 veya 8'i ile bir sonraki kateşinin monomerik 6. karbonuna bağlanmasıyla oluşan polimerik ve oligomerik proantosiyanidinler olarak tanımlanmaktadır (Schofield ve ark., 2001).



Şekil 2.1: Tanenlerin sınıflandırılması (Khanbabaee ve van Ree, 2001).

2.3.1.2. Tanenlerin Hayvan Besleme Uygulamalarında Kullanımı

Tanenler, ruminantlar tarafından sıklıkla tüketilen yem bitkileri, ağaç, çalı ve baklagillerde bulunmaktadır (Patra ve Saxena, 2011). Ruminal mikrofloranın enzimatik ve gastrik etkileri ile parçalanarak daha düşük metabolik ağırlıklı, emilebilir metabolitlere ayrışırlar. Bu metabolitler rumende ardışık reaksiyonlar ile gallik asit, pirogallol, floroglusinol, asetat ve bütirat gibi çeşitli son ürünlere dönüşürler (Bhat ve ark., 1998). Tanenler ruminantlar da dahil olmak üzere birçok memeli türü için yüksek antioksidan etkiye sahiptir. Kimyasal etkileri karşılaştırıldığında hidrolize tanenler diğer tanen gruplarına göre daha güçlü antioksidan etkilere sahip olduğu ifade edilmiştir (Chambi ve ark., 2013).

Genellikle, hidrolize tanen kimyasal iskeletinin merkezinde D-glikoz'dan oluşmuş bir karbonhidrat grubu ve buna bağlı fenolik gruplar ile esterleşebilen hidroksil grupları bulunur. Su, tannaz, zayıf asit ve bazlar ile bağlar kopar ve hidrolize edilerek daha küçük molekül boyutunda karbonhidratlara ve fenolik asitlere ayrışırlar (Goel ve ark., 2005).

Biyokimyasal yapılarındaki hidroksil grupları farklı karbonhidrat türleri ve protein tabiatındaki yapılar ile kompleks yapılar meydana getirebilirler. (Szcurek,

2021). Birincil olarak proteinlerle olan bu kompleks ardından daha az etkinlikte selüloz ve pektin gibi başka makro moleküllerle gerçekleştirilmektedir (Bhat ve ark., 1998). Bu etkinliklerini karbonhidrat ve proteinlere bağlanarak mikroorganizmaların yüzeye penetre olmasını engelleyerek gerçekleştirdiği düşünülmektedir (Mangan, 1988).

Diğer bir yandan rumen mikrobiyal metabolizmasında bulunması gereken iz mineralleri bağlayabileceği bildirilmiştir (Scalbert, 1991). Mikrobiyal enzim aktivitesini inhibe edebileceğine dair çalışmalar (McSweeney ve ark., 2001) da mevcut olmakla beraber enzim inhibisyon mekanizması hakkında kesin görüşler bulunmamaktadır. Genel görüş, polifenol bileşiklerin bakteriyel hücre duvarı ile etkileşimde bulunarak hücre dışı enzim salgısında bulunduğu belirtilmiştir (Makkar ve ark., 1988).

Rumen proteinlerine bağlanan ve mikrobiyal bozulmayı engelleyen tanenler, aminoasitlerin duodenuma geçmesine yardımcı olabilmektedir (Barry ve McNabb, 1999). Özellikle pH'nın 3.5-7.5 aralığında olduğu şartların protein tanen bileşiğinin oluşması için ideal olduğu ve sonucunda mikrobiyal sindirimi azalttığı belirtilmiştir. Dolayısı ile oluşan amonyak miktarının azaldığı, abomasum'un 2.5-3.5 arasında değişen pH'sında oluşan bileşiğin açılarak işlendiği duodenumda sindirilerek bypass aminoasit özelliği kazandığı ifade edilmiştir (Silanikove ve ark., 1994).

Bypass protein özellik kazanımının haricinde özellikle otlatılan hayvanların sindirim sistemine yerleşen parazitleri doğrudan veya dolaylı olarak inhibe ettiği ifade edilmiştir. Konakçı immun sistemine pozitif bir etki oluşturması ile antiparaziter etki gösterdiği ifade edilmiştir (Bennet-Jenkins ve Bryant, 1996). Parazit ile enfekte kuzu ve koyunlarda yapılan çalışmada kullanılan tanen içeren rasyonlar sonucunda dışkıda atılan parazit yumurtası sayısında azalma olduğu bildirilmiştir (Min ve ark., 2003).

Ruminantlarda yem tüketimi; yemin tadına, karbonhidrat içeriğine ve sindirilebilirliğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Tanenin yüksek miktarda bulunması yem tüketimini azaltabileceğini bildirilmiştir. Bunun yanı sıra tükürük salgısında yüksek miktarda prolin içeren hayvanların tanen bulunan yemlere daha kolay uyum sağladığı belirtilmiştir. Çünkü tükürükte bulunan prolinin, tanenin diğer

proteinler ile bileşik oluşturmasını engelleyebileceği ifade edilmiştir (Frutos ve ark., 2004). Birçok otçul türünün tükürük sıvısında prolin ve diğer proteinlerin bol miktarda bulunduğu bildirilmiştir (McArthur ve ark., 1995). Otçullar, tanen içeriği yüksek materyalleri tüketebilmek için bu ve bunun gibi çeşitli adaptasyonlar geliştirmişlerdir (Hagerman ve ark., 1998).

Tanenlerin proteolitik bakterileri azaltarak ruminal azot metabolizmasını düzenleyebileceği bildirilmiştir (Herremans ve ark., 2020). Rasyona katılan tanen bileşiklerinin ruminantlar tarafından üretilen metan emisyonunu azaltabileceği, özellikle de gallik asidin verim performansını etkilemeden rumende üretilen sera gazlarının azaltılmasında etkili olduğu ifade edilmiştir (Aboagye ve Beauchemin, 2019).

Farklı tanen kaynaklarında bulunan kimyasal çeşitli bileşimler, rumen mikrobiyotasını henüz tam anlamıyla açıklanamayan şekillerde etkilemektedir. Yapılan sınıflandırma içerisinde hidrolize tanen bileşiklerinin kondanse tanen içeriklerinden daha etkili biçimde metan üretimini azalttığı belirtilmiştir (Hassan ve ark., 2020).

Tanenlerin, lipidler üzerine de etkileri bulunmaktadır. Rasyon ile alınan doymamış yağ asitleri rumen mikroorganizmaları tarafından ilk önce lipoliz (Garton ve ark., 1961), ardından biyohidrojenasyon mekanizması ile çift bağlardan doyurularak doymuş yağ asitlerine dönüştürölürler (Jenkins ve ark., 2008). Hem kondanse hem hidrolize tanenlerin rumen biyohidrojenasyonunu etkilediği bildirilmiştir (Faccia ve ark., 2022). Tanen bileşikleri rumende bu biyohidrojenasyon sürecini aksatarak doymamış yağ asitlerinin duodenuma geçişine yardımcı olabileceği belirtilmiştir (Abo-Donia ve ark., 2017).

Yemlerde hatırı sayılır miktarda bulunan doymamış yağ asitlerinin et ve süt gibi ürünlere geçişi oldukça sınırlıdır. Tanenler gibi polifenoller bahsedilen yağ asidi metabolizması değişikliğine neden olarak et ve süt gibi ürünlere konjuge linoleik asit de dahil olmak üzere çeşitli doymamış yağ asitlerinin miktarının artmasını sağlayabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca bu etkinin tanenlerin dozuna bağlı olduğu bildirilmiştir (Kamel ve ark., 2018).

Ayrıca ruminantlar tarafından azot metabolizmasında değerlendirilemeyerek dışarı atılan çeşitli miktarlarda azotun tutularak daha verimli kullanılmasına neden olabileceği ifade edilmiştir (Aboagye ve ark., 2018; Norris ve ark., 2020). Merada otlatılan hayvanlarda kullanılacak olan tanen katkılarının metanojenik bakteriler üzerine olan inhibe edici etkileri ile şişme gibi etkilerden korunabileceği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2012). Bahsedilen bütün bu etkilerin; hayvanın türüne, cinsine, yaşına, kondisyonuna, rasyonun içeriğine, bileşimine ve rasyona katılan tanenin konsantrasyonuna ve çeşidi gibi birçok farklı değişkene bağlı olduğu bu nedenle kesin bir çıkarımda bulunmanın zor olduğu belirtilmiştir (Kamalak, 2007).

Tüm bunların yanı sıra önceki bölümlerde iklim değişikliğinden bahsedilmişti. Dünya sera gazı salınımının %41'i tarım ve hayvancılık kökenli olduğu özellikle de besi sığırı yetiştiriciliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Erisman ve ark., 2008; Paulot ve ark., 2014).

Wang ve arkadaşlarının (2018), yaptığı hesaplamalara göre bir baş besi sığırının atmosfere yıllık olarak ortalama 50 kg amonyak saldıgını ifade etmişlerdir (Wang ve ark., 2018). Salınan amonyak atmosferde ozon ile tepkimeye girerek ayrıştır ve nitrojen oksit (NO_x)'e dönüşür. Bu gaz atmosferin azot dengesinde kararsızlığa sebep olarak konsantrasyon dengelerini değiştirir (Gronwald ve ark., 2018).

İklim değişikliği ele alındığında sera gazları tehlike ölçeğine göre amonyak, karbondioksit göre 265 kat daha tehlikelidir. Bunun nedeni amonyağın nitrojen oksitin ön maddesi olmasıdır (Zhu ve ark., 2018).

Kontrolsüz amonyak deşarjı sadece hava için değil aynı zamanda su ekosistemi için de son derece tehlikelidir. Su ekosistemine karışan fazla miktar amonyak, azot metabolize eden plankton ve algler üzerine kontrolsüzce çoğalma etkisi göstermektedir. Bu durum kokuşma denilen ötrofikasyon veya alg patlaması olarak isimlendirilmektedir (Bergström ve Jansson, 2006). Amonyağın elimine edilmeden toprağa bırakılması ise toprak pH dengesini bozarak erozyona ve kirliliğe sebep olduğu bildirilmiştir (Song ve ark., 2016).

2030 yılına kadar Avrupa Çevre Ajansı ve ona taraf olan ülkeler ile imzalan mutabakata göre tarım-hayvancılık kaynaklı karbon ayak izi %30 oranında azaltılacağına dair taahhüt verilmiştir (EEA, 2021). Bu nedenle hayvancılık yem ve gübre yönetimi konusunda çalışmalar da diğer sektörlerde olduğu gibi artmaktadır.

Sepperer ve ark. (2020), tanen içerikli bir müstahzar ile yaptıkları çalışmada, tanen içeren çözeltiliyi amonyak absorpsiyonu için kullanmışlar ve amonyak konsantrasyonunu kontrol altına almayı amaçlamışlardır. Kestane ve mimoza gibi kondanse ve hidrolize iki farklı tanen türünden oluşan adsorbanlar arasından mimoza taneni içerenin diğerine göre daha fazla amonyak bağlama kapasitesine sahip olduğu ifade edilmiştir (Sepperer ve ark., 2020).

Bu ve bunun gibi çalışmalar küresel iklim değişikliği nedeni olan karbon ayak izimizin azaltılmasında önemli adımlar içermekte ve tez çalışmasına katkı sağlamaktadır.

2.3.1.3. Silaj Yapımında Kullanılan Tanenin Etkileri

Silaj materyalinin içeriğinde bulunan su ve besin içeriğinde bulunan protein miktarı silolama işleminin kalitesini etkileyen en zorlayıcı faktörlerdir. Bu faktörler fermentasyonun kalitesi üzerine doğrudan etki etmektedir. Mikroorganizmalar tarafından parçalanmış protein ürünleri de (proteolizis) özellikle pH düşüşünü engellemekte ve silaj kalitesini bozmaktadır (Jayanegara ve ark., 2019).

Proteinler, hasat sırasında bitki ile gelen epifitik mikroorganizmaların proteaz ve peptidaz enzimleri ile yıkımlanmaktadır (Carpintero ve ark., 1979). Hasat edilen bitki içeriğindeki proteazlar etkisi ile hızlı bir proteolizin başladığı, soldurma gibi işlemlerin uygulandığı yüksek su içeriğine sahip yemlerde işlem uzatıldıkça proteolizin de aynı düzeyde arttığı bildirilmiştir (McDonald ve ark., 1991). Bu yıkımlanma işlemi protein bileşiklerini çoğunlukla protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklere (NPN) dönüştürmektedir. NPN'lerin rasyonda fazla miktarda bulunması yem tüketimini azaltan ve yem içeriğinin azot miktarını arttırmaktadır (Huhtanen ve ark., 2008). Özellikle silajların protein içeriğinin parçalanması sonucu oluşan amonyak konsantrasyonunun artışı rumen mikroflorası üzerine olumsuz etkiler

göstermektedir. Rasyonda amonyak konsantrasyonunun fazlalığı metabolize olarak idrar ve dışkı ile daha fazla miktarda ürenin atılarak çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (Dijkstra ve ark., 2013).

Direkt veya soldurularak silolanan yemlerde dahi ilk 24 saat içerisinde protein düzeyinde düşüşler meydana gelebileceği belirtilmektedir (Givens ve Rulquin, 2004). Protein parçalanması ile ortaya çıkan aminoasitler silaj bakterileri tarafından fermente edilerek parçalandığı bildirilmiştir. Laktik asit bakterileri serin ve arjinin haricinde diğer aminoasitleri çok sınırlı biçimde kullanırken, *Klostridia* türlerinin hemen hemen bütün aminoasitleri kapsamlı biçimde fermente edebildiği ifade edilmiştir (Ohshima ve McDonald, 1978).

Klostridia'lar gibi kirletici mikroorganizmalar özellikle birden fazla çeşitte aminoasidin bulunduğu bir ortamda bir aminoasidin hidrojen donörü başka bir tür aminoasidi ise hidrojen akseptörü olarak kullanarak Stickland reaksiyonu adı verilen reaksiyon ile aminoasitleri parçalamaktadır (Stickland, 1934). Bu durum özellikle kompleks aminoasitleri bünyesinde barındıran yüksek proteinli yem bitkilerinin fermentasyonunda ikincil fermentasyon olarak adlandırılan fermentasyonu silaj kalitesine olan olumsuz etkilerini örneklemektedir.

Silolama işleminde, fermentasyon kalitesini belirleyen en temel unsur laktik asit oluşumu sonucu gerçekleşen pH düşüşü olarak ifade edilir. Siloda gerçekleşen proteolizis, pozitif değerlikli amonyak konsantrasyonunu arttırmakta bu durum laktik asit oluşumunu engelleyerek pH düşüşünü bozmaktadır (Ohshima ve McDonald, 1978). Özellikle kaba yemler ile yapılan silolama işleminde proteolizi engellemek, düzgün bir fermentasyon kalitesi eldesi için etkili ve ekonomik uygulamalar gerekmektedir. Siloda bu yolla bypass protein seviyesinin artırılması da inceleme konuları arasında yer almaktadır (Rinne ve ark., 2009).

Tanenlerin yapısındaki hidroksil grupları ile proteinlerin bileşik oluşturması, mikroorganizmalar üzerine inhibe edici etkileri ile doğal antioksidan grubunda bulunan bileşiklerdir (Scalbert, 1991). Bu özellikleri onları protein korunumu için kullanılabilir doğal alternatif katkılar arasında sınıflandırmaktadır (Mueller-Harvey, 2006).

Tanenlerin proteinler ile kurdukları bu bağ, sahip olduğu fenolik çoklu hidroksil grupları üzerinden açıklanmaktadır. Bağların farklılıkları; bitkinin sahip olduğu tanen türüne, molekül ağırlıklarına, tersiyer ve izoelektrik bağlanma noktalarına göre değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir (Reed, 1995). Tüm bu kimyasal kompozisyon taneni eski zamanlardan beri rumen içerisinde ve protein korunumunda önleyici etkilerinin olabileceğini düşündürmektedir (Wang ve ark., 1994). Proteinleri bağlayıcı özelliklerinden dolayı rumende metabolize edilmeden geçebileceği bildirilmiştir (Wang ve ark., 1994). Bu durum silajlar için de protein korunumu sağlayabilecek potansiyel bir katkı maddesi olabileceğini düşündürmektedir.

Salawu ve ark. (1999), ryegrass hasılına mimoza, kiraz ve quebracho tanenlerini 5 veya 50 g/kg/KM dozlarında kullandıkları iki aşamalı bir silolama çalışması gerçekleştirmişlerdir. İkinci aşamada 50 g/kg/KM dozda tanene ek olarak 12.5 g/kg/KM formaldehit ve formik asit eklemiştir. Elde edilen örnekler in situ olarak Frizyan süt ineklerinde denenmiştir. İkinci denemenin sadece tanen kullanılan silajlarında serbest amonyak azotunun azaldığı tespit edilmiştir. Protein korunumunda formaldehit, fermentasyon kalitesinde ise formik asit kadar iyi olmadığı ifade edilmiş fakat hem doğal olması hem de bir miktar protein korunumu sağladığı belirtilmiştir.

Tabacco ve ark. (2006), yonca hasılına kestane taneni katarak biri laboratuvar ortamında diğerini saha şartlarında soldurarak %40 ve 50 kuru maddelerde silolamışlardır. Dozajlama silaj kuru maddesine %2, 4 ve 6 konsantrasyonunda olacak şekilde yapılmıştır. Elde edilen örnekler 3 adet Holstein inekte in situ yöntemi ile çalışılmıştır. Sonuçlar tanenin %4 oranında katıldığı silajların proteolizisi engellemekte daha başarılı olduğu bildirilmiştir.

Deaville ve ark. (2010), ryegrass hasılını kondanse sınıfından mimoza ve hidrolize sınıfından kestane taneni kullanarak silaj denemesinde bulunmuşlardır. Tanenler 75 g/kg/KM konsantrasyonunda kullanılmışlardır. Örnekler koyunlara yedirilerek performans değişkenlerine bakılmıştır. Kestane taneni kullanılan grubun kuru madde tüketimi daha fazla bulunmuş, her iki farklı tanen grubunda da idrar azot miktarının azaldığı, dışkı azot miktarının arttığı tespit edilmiştir. Sonuçlar çalışmacıya

proteinlerin rumende yıkımlanmadan bypass olarak duodenuma geçtiği düşündürmüştür.

Jayanegara ve ark. (2015), saman ve konsantre yem karmasından oluşturdıkları karışıma, kestane ve sumak hidrolize tanenleri, mimoza ve quebracho kondanse tanenlerini kullanarak bir *in vitro* çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar, hidrolize tanenlerin kondanse tanenlere göre metan üretiminde düşüş sağladığı yönünde bulunmuştur. Sığır serum albümini (BSA) ile yapılan bağlanma testinde de hidrolize tanenler kondanse tanenlere göre daha etkili bir fiziksel aktivite gösterdikleri ifade edilmiştir.

Azman (2017), yonca hasılına meşe palamudu katarak yaptığı bir çalışmada meşe palamudunu silajlara %5, 10 ve 20 KM olacak şekilde katmıştır. Araştırmacı çalışmada meşe palamudunun nişasta ve tanen içeriğinin silaj fermentasyonu ile aerobik stabilite üzerine etkisini tespit etmeye çalışmıştır. Deneme sonunda, yonca silajına meşe palamudu katılmasının silaj kuru maddesini az miktar arttırdığı fakat, silaj fermentasyon kalitesinde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığını bildirmiştir.

Beck ve ark. (2019), ryegrass hasılına farklı dozlarda quebracho ve deniz yosunu ekstraktı kullanarak serbest amonyak azotunu düşürmeye çalıştıkları *in vitro* bir silaj denemesi kurgulamışlardır. Sonuçlar deniz yosunu ile beraber kullanılan tanenin serbest amonyak azotu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmektedir.

Ke ve ark. (2022), yonca hasılını saha şartlarında %35 kuru madde düzeyine kadar soldurarak üzüm kondanse taneni ve kestane hidrolize taneninin etkilerini incelemişlerdir. Sonuçta her iki tanen türünün de protein korunumunda etkili olduğu ifade edilmiştir.

Chen ve ark. (2022), yonca hasılına mazı taneni ve *L. plantarum* inoküle ederek *in vitro* çalışma düzenlemişlerdir. Sonuç olarak katkı yapılan bütün gruplarda metan konsantrasyonları azalmış, propiyonik asit miktarlarında artış görülmüştür. Tanenin 50 g/kg/KM dozda tek başına eklendiği grupta ruminal fermentasyon negatif

etkilendiği ifade edilmiştir. Tanen ile birlikte katılan inokulantın tanenin olumsuz yönleri üzerinde telafi edici etkileri olduğu bildirilmiştir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışmada kullanılan silaj materyali yemlik şalgam (*Brassica rapa L.*) bitkisi, Balıkesir Üniversitesi Çağış yerleşkesinde ekim işlemlerine uygun yaklaşık 5 dekar araziye 7 Ekim 2021 tarihinde ekilmiştir. Ekilen bitkinin çiçeklenme zamanının tam kapsüllenme döneminde olduğuna 12 Mayıs 2022 tarihinde kanaat getirilmiş, ot biçme ve kıyma makinesi ile yaklaşık 300 kilogram kadar taze yemlik şalgam bitkisi sabahın erken saatlerinde biçilmiştir.

Silolama işlemi için biçilen silaj materyali römorka yüklenererek Balıkesir ili Bigadiç ilçesi Çömlekçi mevkiinde bulunan Balıkesir Üniversitesi Hayvancılık Uygulama ve Çalışma Merkezine getirilmiştir.

Çalışmanın deneme düzeninde katkı olarak kullanılan Tanen (Tannic Acid-Gallotannin / CAS No:1401-55-4) özel bir firmadan temin edilmiştir. Kullanılan tanen ürünü Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ve Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından onaylanmış müstahzar bir üründür (EPA, 2006; FDA, 2016).



Şekil 3.1. Yemlik şalgam (Lenox) bitkisinin hasadı.

3.2. Yöntem

Çalışmada yemlik şalgam bitkisi iki farklı kuru madde düzeyinde olmak üzere ilki çiçeklenme zamanı tam kapsüllenme döneminde biçildiği gibi diğeri ise soldurularak kuru madde miktarının arttırıldığı şekilde kullanılmıştır. Silaj materyali iki farklı kuru madde düzeyi ile farklı konsantrasyonlarda tanen katkısı yapılmasının silaj kalitesi, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği, kimyasal kompozisyon ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Biçilmiş silaj materyali Balıkesir ili Bigadiç ilçesi Çömlekçi mevkiinde bulunan Balıkesir Üniversitesi Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezine getirilerek daha önceden hazırlıkları yapılmış, yere serili haldeki 4x5 m boyutlarında iki adet naylon muşamba üzerine düzgünce serilmiştir.

Yere serili taze biçilmiş yemlerin farklı noktalarından numuneler alınarak hızlı ölçüm metodu olması nedeniyle mikrodalga yöntemi ile kuru madde tayini yapılmıştır (Nursoy ve Şahin, 2017). Taze biçim silaj materyali deneme düzenine uygun olarak 1 kilogram kapasiteli plastik bidonlara sıkıştırılarak doldurulup silolanmış, kavanoz ağzıları koli bandı ile hava almayacak şekilde mühürlenmiştir. Kavanozların daraları ve içine yem basılmış ağırlıkları ölçülmüş aynı oranda yem koymaya özen gösterilmiştir.

Çalışmanın silaj materyalinin istenilen yüksek kuru madde düzeyinin sağlanabilmesi için serili silaj materyali güneşte belirli zaman aralıkları ile alt üst edilerek karıştırılmış, neticesinde yaklaşık 4 saat soldurulmuştur. Geçen süre sırasında her 30 dakikada bir silaj materyalinden örnekler alınarak yine mikrodalga fırın metodu ile kuru madde miktarı belirlenmiştir. Arzu edilen kuru madde miktarına ulaşan silaj materyali ile deneme düzenine uygun silolama işlemi gerçekleştirilmiş kavanozlar koli bandı ile mühürlenmiştir.

Deneme düzeni 2x3x3 faktöriyel deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Silaj materyali %20 ve %35 kuru madde düzeyine göre gruplandırılmıştır. Bu iki farklı kuru madde grubunun her birinde biri tanen eklenmemiş katkısız grup (Katkısız/Kontrol) diğerleri 50 ve 75 g/kg/KM konsantrasyonlarında tanen eklenerek 1 litrelik sızdırmaz hava almaz plastik kavanozlara silolama işlemi gerçekleştirilmiştir. Eklenen tanen konsantrasyonları daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda (Chen ve ark., 2022; Deaville ve ark., 2010; Salawu ve ark., 1999) elde edilen sonuçlara göre değerlendirilerek belirlenmiştir. Hazırlanan silaj kavanozları silolamanın 2, 7 ve 90. günlerinde açılmıştır.

Silo açım günlerinde her gruptan 3 adet kavanoz açılarak örnekler alınmıştır. Siloların hazırlandığı gün 0. gün olarak kabul edilmiş ilk biçim ve soldurma neticesinde kullanılan silaj materyalinden ayrıca örnek alınarak farklı bir tabloda belirtilmiştir. Örnekler analiz yapıncaya kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

Tablo 3.1. Deneme grupları.

Kuru Madde Düzeyi	Uygulanan Tanen Konsantrasyonu	Açım Günü	Grup Adı	Kısaltma
%20 Kuru Madde	Katkısız (Kontrol)	2. Gün	Grup 1	G1
		7. Gün	Grup 2	G2
		90. Gün	Grup 3	G3
	50 g/kg/KM	2. Gün	Grup 4	G4
		7. Gün	Grup 5	G5
		90. Gün	Grup 6	G6
	75 g/kg/KM	2. Gün	Grup 7	G7
		7. Gün	Grup 8	G8
		90. Gün	Grup 9	G9
%35 Kuru Madde	Katkısız (Kontrol)	2. Gün	Grup 10	G10
		7. Gün	Grup 11	G11
		90. Gün	Grup 12	G12
	50 g/kg/KM	2. Gün	Grup 13	G13
		7. Gün	Grup 14	G14
		90. Gün	Grup 15	G15
	75 g/kg/KM	2. Gün	Grup 16	G16
		7. Gün	Grup 17	G17
		90. Gün	Grup 18	G18



Şekil 3.2. Siloların hazırlanması ve örnek alınması.

3.3. Yemin Ham Besin Madde Analizleri

Denemede kullanılan yemin ham besin madde analizleri Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları laboratuvarında yapılmıştır. Ham besin madde değerleri içerisinde denemede kullanılan yemlerde kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY), ham protein (HP), ham selüloz (HS), nötr

deterjanda çözünmeyen lif (NDF-Hemiselüloz, Selüloz ve Lignin), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF-Selüloz ve Lignin) ve asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL-Lignin) analizleri yapılarak tespit edilmiştir.

3.3.1. Kuru Madde (KM) Tayini

Denemenin yem örneklerinin kuru madde düzeyleri AOAC (2000) kılavuzunda belirtildiği gibi belirlenmiştir (AOAC, 2011). Yemlik şalgam silaj örnekleri darası alınmış (G) alüminyum kaplarda her bir kapta 250 g örnek olacak şekilde (G1) 60°C’de 48 saat hava sirkülasyonlu kurutma cihazında (Etüv-Memmert UNE 400, Germany) ölçüm ağırlığı sabitlenene kadar kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler sabit ağırlığa ulaşana kadar desikatörde bekletilerek bağıl nem uzaklaştırılmış ve son ağırlıklar ölçülmüştür (G2). Silolama sırasında mikrodalga yöntemi ile belirlenen kuru madde düzeyleri etüv yönteminde tekrarlanarak kontrol edilmiştir. Belirlenen kuru madde düzeyi denklem ile hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Nem (\%)} = \frac{(G2-G)}{(G1-G)} \times 100$$

G: Dara, G1: İlk tartım, G2: Son tartım

Kuru madde tayini ile elde edilen kuru örnekler diğer analizlerde kullanılmak üzere laboratuvar tipi yem öğütme cihazının (Retsch Ultra Centrifugal Mill ZM 200, Germany) 1 mm’lik eleğinde öğütülerek ağzı kilitli plastik poşetlere hava almayacak şekilde saklanmıştır.

3.3.2. Ham Kül (HK) ve Organik Madde (OM) Tayini

Denemenin yem örneklerinin ham kül düzeyleri AOAC (2000) kılavuzunda belirtildiği gibi gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 2011). Önceden hazırlanan boş porselen krezeler kül fırınında (Carbolite ELF 11/14, England) 550°C’de 2 saat yakılıp çıkartılarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşana kadar bekletilerek nemi alınmıştır. Boş krezeler bu haliyle hassas terazide (KERN ABJ 220-4NM Analitik Terazi, Germany) tartılarak dara ağırlıkları

not edilmiştir (M). Daha önceden hazırlanmış toz halindeki yemlik şalgam silaj örneklerinin her birinden hassas terazide 1 g tartılarak krozelere konulmuştur (M1). Dolu krozeler kül fırınında 550°C’de 5 saat yakılıp çıkartılarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşana kadar bekletilerek nemi alınmıştır. Bu süre sonunda tartılan krozelerin ağırlıkları not edilmiştir (M2). Belirlenen ham kül düzeyi denklem ile hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Yemin içeriğindeki organik materyal ham protein, ham yağ, ham selüloz ve azotsuz öz maddeden oluşmaktadır. Organik madde, inorganik maddenin tespit edilmesinden sonra kuru maddeden çıkarılarak hesaplanmış ve yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Ham Kül (\%)} = \frac{(M2-M)}{(M1-M)} \times 100$$

$$\text{Organik Madde (\%)} = \%KM - \%HK$$

M: Dara, M1: İlk tartım, M2: Son tartım, KM: Kuru madde, HK: Ham Kül

3.3.4. Ham Yağ (HY) Tayini

Denemenin yem örneklerinin ham yağ düzeyleri AOAC (2000) kılavuzunda belirtildiği gibi Soxhlet yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 2011). Önceden hazırlanmış Soxhlet yağ beherleri içerisine ağırlıklarına göre birörnek olacak şekilde 4-5 adet kaynama taşı atılarak beherlerin daraları (M1) kaydedildi. Beherlerin içerisine kartuş tutucuları yerleştirilerek yem örneklerinden 1g olacak şekilde tartılarak kaydedildi (m) ve Soxhlet kartuşlarına döküldü. Beherlerin her birinin içerisine 150ml petrol eteri (Petroleum Ether–Sigma Aldrich / CAS No: 8032-32-4) ilave edilerek kartuşların üst kısmı çok kalın olmayacak bir şekilde pamuk ile kapatılmıştır. Hazırlanan beherler Soxtherm Yağ Analiz Cihazında (Gerhardt, Germany) işleme tabi tutulmuştur. İşlem sonrası beherler etüvde 60°C’de içerisinde kalan eser miktarda eterin uçurulması için bekletilmiştir. Beher içerisindeki eterin uçurulmasından sonra oda sıcaklığında soğutulan beherler desikatörde sabit ağırlığa ulaşana kadar bekletilerek bağıl nem uzaklaştırılmış ve beher ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir (M2). Belirlenen ham yağ düzeyi denklem ile hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Ham Yağ (\%)} = \frac{(M2-M1)}{m} \times 100$$

M1: İlk Tartım, M2: Son Tartım, m: Örnek ağırlığı

3.3.5. Ham Protein (HP) Tayini

Denemenin yem örneklerinin ham protein düzeyleri AOAC (2000) kılavuzunda belirtildiği gibi Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC, 2011). Kjeldahl yöntemine göre ham protein tayini yaş yakma, damıtma ve titrasyon işlemlerinin bütünü olarak tanımlanabilir. İşlem, yem numunesi içerisindeki azotun bir katalizör yardımıyla konsantre sülfirik asit (%98) ile yakılarak amonyum sülfat biçiminde çöktürülmesi (yaş yakma), konsantre sodyum hidroksit çözeltisi ile amonyağın açığa çıkarılarak (damıtma) elde edilen ürününü indikatör ve asit çözeltisinde titre edilmesi (titrasyon) olarak açıklanabilir.

Denemenin yem numuneleri hassas terazide 1 g olacak şekilde tartılarak ağırlıklar not edildi (m) ve Kjeldahl yaş yakma tüplerine konuldu. Tüplerin içerisine 2 adet katalizör tablet ve 20 ml derişik sülfirik asit (Sulfuric Acid, H_2SO_4 , %98 - Sigma Aldrich / CAS No:7664-93-9) eklenerek yaş yakma ünitesinde (Gerhardt Kjeldatherm – Germany) 2 saat yakılmıştır. Yaş yakma aşaması ile yem numunesi içerisindeki azot sülfirik asidin sülfat kökü ile birleşerek amonyum sülfat elde edilmiştir.

Yaş yakma ile elde edilen amonyum sülfat, %33'lük sodyum hidroksit (Sodium Hydroxide, NaOH – Merck / CAS No:1310-73-2) ve %4'lük borik asit (Boric Acid, H_3BO_3 – Merck / CAS No: 10043-35-3) ile distilasyon cihazında (Vapodest 45s – Germany) muamele edilmiştir. Distilasyon cihazında içerisinde silaj materyali olmadan diğer aşamalardan geçmiş olan bir kör numune bulunmaktadır. Distilasyon aşaması amonyum boratın elde edilmesi ile sonlanmıştır.

Elde edilen amonyum borat içerisine 4 damla tashiro çözeltisi (%0.1 metilen mavisi + % 0.03 metilen kırmızı) eklendi ve 0.1N hidroklorik asit (Hydrochloric acid 1mol/l (1N) Titripur - Merck / CAS No: 7647-01-0) büret (ISOLAB – Germany) yardımı ile damlatılarak renk değişimi gözlenene kadar çözelti titre edildi. Harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedildi (VHCl). Ayrıca içerisinde yem numunesi konulmayan bir yaş yakma tüpü diğer bütün işlemlerden geçirilerek harcanan hidroklorik asit miktarı kör numune olarak kaydedilmiştir (VKör). Titrasyon ile elde edilen değer (N) 6,25 katsayısı ile çarpılmıştır. Belirlenen ham protein düzeyi denklem ile hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Azot Miktarı (\%N)} = \frac{(\text{VHCl} - \text{VKör}) \times 0.14}{m}$$

$$\text{Ham Protein (\%)} = \text{Azot Miktarı (\%N)} \times 6,25$$

VHCl: Örnek için harcanan HCl (ml), VKör: Kör için harcanan HCl (ml), m: Örnek ağırlığı(g).

3.3.6. Ham Selüloz (HS) Tayini

Denemenin yem örneklerinin ham selüloz düzeyleri AOAC (2000) kılavuzunda belirtildiği gibi Weende yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC, 2011). Ham selüloz tayini için denemede kullanılacak olan keseler (Gerhardt GMBH ve CO, Germany) 105°C’de etüvde 1 saat kurutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşmaya kadar bağıl nemi giderilmiştir. Bağıl nemi uzaklaştırılmış keselerin boş taraflarındaki ağırlıkları hassas terazide ölçülerek kayıt altına alınmıştır (M1). Denemenin yem örnekleri 1 g olacak şekilde tartılarak ağırlıkları not edildi ve isimlendirilmiş keselere dolduruldu (M2). 1 litre hacimli erlen (ISOLAB, Germany) içerisine bir miktar distile su konulduktan sonra 7ml derişik sülfirik asit (%98) eklenerek ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Hacimce 1 litreye distile su ile tamamlanarak 0.13M’lık çözelti elde edildi. Başka bir 1 litre hacimli erlen içerisine de 12,9 g potasyum hidroksit (Potassium Hydroxide, KOH, 56,11 g/M – Merck / CAS No:1310-58-3) tartılarak konuldu ve üzeri 1 litreye kadar distile su ile tamamlandı. Isıtıcılı manyetik karıştırıcıda homojen oluncaya kadar karıştırılarak 0.23M’lık KOH çözeltisi elde edildi. Her iki çözeltinin içerisine de karıştırma aşamasında köpürmeyi engellemek amacıyla 10 damla N-Octanol (N-Octanol, CH₃(CH₂)₇OH – Merck / CAS No:111-87-5) damlatılmıştır. İçerisinde yem bulunan keseler cam selüloz beherleri ile karusele geçirilerek kaynatma tenceresine yerleştirildi. Kaynatma tenceresi ham selüloz cihazına (FibreTherm FT12 – Germany), çözeltiler ilgili pompalara yerleştirilerek işlem başlatıldı. İşlemin bitişi ile keseler distile su ile dikkatlice yıkanarak daha önceden bağıl nemi uçurulmuş daraları not edilmiş krozelere (M6) yerleştirilmiştir. Krozeler etüve yerleştirilerek 105°C’de 5 saat ölçüm ağırlığı sabitlenene kadar kurumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler sabit ağırlığa ulaşana kadar desikatörde bekletilerek bağıl nem uzaklaştırılmış ve son ağırlıklar ölçülerek kaydedilmiştir (M3). Ardından krozeler kül fırınında 550°C’de 5 saat yakılıp

çıkartılarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşana kadar bekletilerek nemi alınmıştır. Kül fırını işleminden sonrasında kroze ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir (M4). İçerisinde yem numunesi bulunmayan kese kül fırınında yakılmış (M7), kroze darasından (M6) çıkarılarak denklemde yazılmak üzere kör numune ağırlığı (M5) olarak belirtilmiştir. Belirlenen ham selüloz düzeyi denklem ile hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Ham Selüloz (\%)} = \frac{((M3-M1)-(M4-M5)) \times 100}{M2}$$

$$\text{Kör Numune Ağırlığı (M5)} = (M7 - M6)$$

M1: Kese ağırlığı (g), M2: Numune miktarı (g), M3: Etüv sonrası tartım (g), M4: Kül fırınından sonraki tartım (g), M5: Boş kese/kör numune değeri (g), M6: Kroze darası (g), M7: Kül fırınında yakılmış boş kese ağırlığı (g)

3.3.7. Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) Tayini

Denemenin yem örneklerinin nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) düzeyleri Van Soest ve ark. (1991)'lerinin metodunda belirtildiği gibi belirlenmiştir (Van Soest ve ark., 1991). Bu test kimyasal olarak yem numunesinde hücre duvarını ve hücre içeriğini ayrıştırmak için uygulanmaktadır. NDF tayini için denemede kullanılacak olan keseler 105°C'de etüvde 1 saat kurutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşınca kadar bağıl nemi giderilmiştir. Bağıl nemi uzaklaştırılmış keselerin boş tara ağırlıkları hassas terazide ölçülerek kayıt altına alınmıştır (M1). Denemenin yem örnekleri 1 g olacak şekilde tartılarak ağırlıkları not edildi ve isimlendirilmiş keselere dolduruldu (M2). NDF çözeltisi için 30 g nötral sodyum lauryl sülfat (Sodium lauryl sulfate neutral, CH₃(CH₂)₁₁OSO₃Na – Sigma / CAS No:151-21-3), 18.6 g etilendiamin tetraasetik asit (Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA, C₁₀H₁₆N₂O₈ – Merck / CAS No:60-00-4), 4.56 g sodyum fosfat dibazik (susuz form) (Disodium phosphate anhydrous, Na₂HPO₄ – Merck /CAS No: 7558-79-4), 6.81 g sodyum tetraborat dekahidrat (Sodium tetraborate decahydrate, Na₂B₄O₇.10H₂O – Sigma CAS No:1303-96-4) 2 litre distile su içerisine ilave edilerek ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Homojenite sağlandıktan sonra çözelti içerisine 10 ml trietilen glikol (Triethylene glycol, HO(CH₂CH₂O)₂CH₂CH₂OH – Sigma / CAS NO:112-27-6) ilave

edildi. Bu aşamada pH kontrol edildi ve istenilen sınırlarda (6.95 ile 7.05) olduğu tespit edildi. İstenilen pH şartları elde edildikten sonra NDF çözeltisi içerisine 10 g sodyum sülfite (Sodium sülfite, Na₂SO₃ – Merck / CAS No:7757-83-7) ve 4 ml α-amilaz enzimi (Alpha amylase – ANKOM / USA) eklenmiştir. İçerisinde yem bulunan keseler cam selüloz beherleri ile karusele geçirilerek kaynatma tenceresine yerleştirildi. Kaynatma tenceresi cihaza, çözeltiler ilgili pompalara yerleştirilerek işlem başlatıldı. İşlemin bitişi ile keseler distile su ile dikkatlice yıkanarak daha önceden bağıl nemi uçurulmuş daraları not edilmiş krozelere (M6) yerleştirilmiştir. Krozeler etüve yerleştirilerek 105°C’de 5 saat ölçüm ağırlığı sabitlenene kadar kurumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler sabit ağırlığa ulaşana kadar desikatörde bekletilerek bağıl nem uzaklaştırılmış ve son ağırlıklar ölçülerek kaydedilmiştir (M3). Ardından krozeler kül fırınında 550°C’de 5 saat yakılıp çıkartılarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşana kadar bekletilerek nemi alınmıştır. Kül fırını işleminden sonrasında kroze ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir (M4). İçerisinde yem numunesi bulunmayan kese kül fırınında yakılmış (M7), kroze darasından (M6) çıkarılarak denklemde yazılmak üzere kör numune ağırlığı (M5) olarak belirtilmiştir. Belirlenen NDF düzeyi denklem ile hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{NDF (\%)} = \frac{((M3-M1)-(M4-M5)) \times 100}{M2}$$

$$\text{Kör Numune Ağırlığı (M5)} = (M7 - M6)$$

M1: Kese ağırlığı (g), M2: Numune miktarı (g), M3: Etüv sonrası tartım (g), M4: Kül fırınından sonraki tartım (g), M5: Boş kese/kör numune değeri (g), M6: Kroze darası (g), M7: Kül fırınında yakılmış boş kese ağırlığı (g)

3.3.8. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF) ve Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin (ADL) Tayini

Denemenin yem örneklerinin asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) düzeyleri Van Soest ve ark. (1991)’larının metodunda belirtildiği gibi belirlenmiştir (Van Soest ve ark., 1991). ADF tayini için denemede kullanılacak olan keseler 105°C’de etüvde 1 saat kurutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşınca kadar bağıl nemi giderilmiştir. Bağıl nemi uzaklaştırılmış keselerin boş dara ağırlıkları hassas terazide

ölçülerek kayıt altına alınmıştır (M1). Denemenin yem örnekleri 1 g olacak şekilde tartılarak ağırlıkları not edildi ve isimlendirilmiş keselere doldurulmuştur (M2). ADF çözeltisi hazırlamak için 1 litrelik erlene bir miktar distile su konularak içerisine %98'lik sülfürik asitten (Sulfuric Acid, H_2SO_4 , %98 - Sigma Aldrich / CAS No:7664-93-9) 27,2 ml konulmuş manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak hacimce 1 litreye distile su ile tamamlanmıştır. Elde ettiğimiz 1N/0.5mol 1 litre sülfürik asit içerisinde 20 g setil (trimetil) amonyum bromür (Cetyl (trimethyl) ammonium bromide, CTAB, $C_{19}H_{42}BrN$ – Sigma / CAS No:57-09-0) manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. İçerisinde yem bulunan keseler cam selüloz beherleri ile karusele geçirilerek kaynatma tenceresine yerleştirilmiştir. Kaynatma tenceresi cihaza, çözeltiler ilgili pompalara yerleştirilerek işlem başlatıldı. İşlemin bitişi ile keseler distile su ile dikkatlice ön yıkama yapılmıştır. Keseler bir beher içerisine dökülmüş aseton içerisine birkaç kez daldırıldı ve tekrardan distile su ile yıkanmıştır. Daha önceden bağıl nemi uçurulmuş daraları not edilmiş krozelere (M6) yerleştirilmiştir. Krozeler etüve yerleştirilerek $105^{\circ}C$ 'de 5 saat ölçüm ağırlığı sabitlenene kadar kurumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler sabit ağırlığa ulaşana kadar desikatörde bekletildi ve bağıl nem uzaklaştırılmış son ağırlıklar ölçülerek kaydedildi (M3).

ADF işlemi görmüş olan keselerde ADL analizi Van Soest ve ark. (1991)'lerinin metodunda belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir (Van Soest ve ark., 1991). ADL tayini için %98'lik sülfürik asitten %72'lik çözelti hazırlanmaktadır. Bunun için 1 litrelik beher içerisine 100 ml'yi geçmeyecek kadar su ve %98'lik sülfürik asitten (Sulfuric Acid, H_2SO_4 , %98 - Sigma Aldrich / CAS No:7664-93-9) 652.7 ml soğuk su altında konulmuştur. Akar soğuk su altında $20^{\circ}C$ 'ye kadar soğutulan sülfürik asit üzeri distile su ile 1 litreye tamamlanarak %72'lik çözelti hazırlanmıştır. Bu çözeltiden 50 ml, 250 ml kapasiteli bir erlene konulmuş ve keseler bu çözelti içerisinde 3 saat bekletilmiştir. Çözelti her yarım saatte bir cam laboratuvar bageti ile karıştırılmıştır. Süreç sonucunda çıkarılan keseler sıcak su dolu erlenlere konularak yarım saat bekletilmiş, sıcak su ile yıkama işlemi 5-6 defa tekrarlanmıştır. Islak keseler $105^{\circ}C$ 'de 5 saat ölçüm ağırlığı sabitlenene kadar kurumaya bırakıldı. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler sabit ağırlığa ulaşana kadar desikatörde bekletildi ve bağıl nem uzaklaştırılmış son ağırlıklar ölçülerek kaydedildi. Ölçülmüş keseler daha önceden hazırlanmış krozelere konularak kül fırınında $550^{\circ}C$ 'de 5 saat yakılıp çıkartılarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşana

kadar bekletilerek nemi alınmıştır. Kül fırını işleminden sonrasında kroze ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir (M4). İçerisinde yem numunesi bulunmayan kese kül fırınında yakılmış (M7), kroze darasından (M6) çıkarılarak denklemde yazılmak üzere kör numune ağırlığı (M5) olarak belirtilmiştir. Belirlenen ADF ve ADL düzeyleri denklem ile hesaplanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$ADF (\%) = \frac{((M3-M1)-(M4-M5)) \times 100}{M2}$$

$$\text{Kör Numune Ağırlığı (M5)} = (M7 - M6)$$

M1: Kese ağırlığı (g), M2: Numune miktarı (g), M3: Etüv sonrası tartım (g), M4: Kül fırınından sonraki tartım (g), M5: Boş kese/kör numune değeri (g), M6: Kroze darası (g), M7: Kül fırınında yakılmış boş kese ağırlığı (g)

3.3.9. Hemiselüloz (HC) ve Selüloz (C) Miktarının Hesaplanması

Denemenin yem örneklerinin hemiselüloz ve selüloz düzeyleri Close ve Menke (1986)'nin çalışmasında belirtildiği gibi hesaplanmıştır (Close ve Menke, 1986).

$$\text{Hemiselüloz (\%)} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

$$\text{Selüloz (\%)} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

NDF: Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADL: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin.

3.3.10. Azotsuz (Nitrojensiz) Öz Madde (NÖM) Miktarının Hesaplanması

Denemenin yem örneklerinin azotsuz (nitrojensiz) öz madde düzeyleri Karabulut ve Canbolat (2005)'in çalışmasında belirttiği gibi hesaplanmıştır.

$$\text{NÖM (\%)} = \text{KM} - (\text{HP} + \text{HY} + \text{HS} + \text{HK})$$

KM: Kuru Madde, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, HK: Ham Kül.

3.3.11. Metabolik Enerji Değerlerinin Hesaplanması

Yem örneklerinin sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L) değerleri Kirchgessner ve ark. (1977)'lerinin çalışmasında belirttiği gibi hesaplanmıştır.

$$TDN(\%)=5.31+0.412*HP+0.249*HS+1.444*HY+0.937*NFE$$

$$SE \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} \right) = 0.04409*TDN$$

$$ME \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} \right) = 0.0445*TDN - 0.45$$

$$NEL \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} \right) = 0.0245*TDN - 0.12$$

TDN: Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri, SE: Sindirilebilir Enerji, ME: Metabolik Enerji, NE_L: Net Enerji Laktasyon.

3.4. Fermentasyon Analizleri

3.4.1. Aerobik Stabilite (AS) Tayini

Denemenin 90. gün 18 adet yem örneğinin aerobik stabilite düzeyleri Ashbell ve ark. (1991)'lerinin metodunda belirtildiği gibi belirlenmiştir (Ashbell ve ark., 1991). Denemenin hazırlık aşamasında 1.5 litrelik polietilen (polietilen tereftalat) şişelerden her örnek için iki tane olacak şekilde birinin altı kesilerek diğeri de üstüne geçirilerek hazneli bir yapı oluşturulmuştur. Çalışmanın 90. günde açılan silajlardan alınan 250-300 g taze silaj örneği ile gerçekleştirilmiştir. Alt tarafa ters biçimde geçecek üst kısmın kapağı birkaç yerinden delinmiştir. Üst kısım şişenin bir kenarı kesilerek bükülmüş taze silaj örneği sıkıştırılmadan konulmuş kesilen kısım koli bandı ile hava almayacak şekilde bantlanmıştır. Alt tarafa ise her bir şişeye %20'lik KOH çözeltisinden 100 ml konulmuş ve iç içe geçmiş şişeler koli bandı ile hava almayacak

şekilde bantlanmıştır. Üst tarafına da hava akışına izin verecek şekilde bir cm çapında bir delik açılmıştır. Hazırlanmış deneme düzeni 5 gün boyunca 22-23°C'lik oda sıcaklığında bekletilmiştir. Havaya maruz kalan silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1.5 kat daha ağır olan CO₂ gazı alt kısımdaki hazneye çökerek %20'lik KOH çözeltisi tarafından tutulmuştur. Deneme sonunda bu KOH çözeltisinden 10 ml alınmış, %37'lik 3N HCl ile titre edilerek pH 13.0-13.8 aralığından 8.1 aralığına düşmesi sağlanmıştır. Ardından %37'lik 1N HCl ile pH 8.1'den 3.6'ya düşene kadar titre edilmiştir. İkinci titrasyonda harcanan HCl miktarı not edilerek kaydedilmiştir (T). 5 günlük deney sonucunda 18 deney için 18 örnek alınarak maya ve küf sayımları gerçekleştirilerek sonuçlar not edilmiştir. Belirlenen aerobik stabilite değeri denklem ile hesaplanarak ifade edilmiştir.

$$CO_2 \left(\frac{g}{kg} KM \right) = \frac{0.044 \times T \times V}{A \times TM \times KM}$$

T: Titrasyonda harcanan %37'lik 1N HCl miktarı (ml), V: %20'lik KOH çözeltisinin toplam hacmi (ml), A: Alt kısma ilave edilen KOH miktarı (ml), TM: Taze silaj materyalinin ağırlığı (kg), KM: Taze materyalin kuru madde miktarı (g/kg).

3.4.2. Suda Çözünebilir Karbonhidrat (SÇK) Tayini

Denemenin yem örneklerinin suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) düzeyleri Anonymous (1986)'un metodunda belirtildiği gibi belirlenmiştir (Anonymus, 1986). Silaj materyali laboratuvar analizlerinde kullanılmak üzere 60°C'de 48 saat hava sirkülasyonlu kurutma cihazında kurutulmuş ve laboratuvar tipi yem öğütme cihazının 1 mm'lik eleğinde öğütülerek ağzı kilitli plastik poşetlere hava almayacak şekilde saklanmıştır. Bu ince öğütülmüş örneklerden 100 mg örnek hassas terazide tartılarak, 250 ml hacimli beherlere konulmuştur. Üzerlerine 100 ml distile su eklenerek 1 saat boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Belirteç olarak kullanılacak olan antron çözeltisini hazırlamak için 200 mg antron 100 ml %95-98'lik derişik sülfürik asit çözeltisi içerisinde çözdürülerek ışık almayacak koyu renkli bir balon jode muhafaza edilmiştir. Yem örnekleri 1 saat çalkalandıktan sonra Whatman No. 1 filtre kağıtları ile süzölmüştür. Daha önceden isimlendirilmiş borosilikat cam deney tüpleri (Borox Deney Tüpü-13x100 mm-9ml) içerisine 1ml süzöntü otomatik pipet (Ertick A3028-

100/1000 µl) yardımı ile konulmuştur. Deney tüpleri toplam 5 ml olacak şekilde, 4 ml antron çözeltisi konulmuştur. Spektrofotometrede ölçüm aşamasında referans değeri oluşturması amacıyla bir adet 5 ml antron ve sırası ile %5, 10, 15 ve 20'lik derişimlerde glikoz çözeltisi deney tüplerinde hazırlanmıştır. Deney tüpleri su banyolarında, banyodaki su kaynadıktan 10 dakika sonraya kadar ısıtılmış süre sonunda banyodan alınarak çeşme altında soğutulmuştur. Çözeltiler spektrofotometrede okutulmak üzere makroküvetlere konulmuştur. Makroküvetler spektrofotometrede 630 nm dalga boyunda 30 dakikada okunmuş elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir.

$$S\check{C}K \left(\frac{\frac{g}{kg}}{KM} \right) = \frac{(G \times D \times E \times 1.000)}{(W \times KM)}$$

G: Kalibrasyonda okunan glikoz konsantrasyonu (mg), D: Seyreltme faktörü, E: Ekstrakt hacmi (100ml).

3.4.3. pH Tayini

Denemenin yem örneklerinin pH düzeyleri Bernardes ve ark. (2019)'larının metodunda belirtildiğı gibi belirlenmiştir (Bernardes ve ark., 2019). Stomacher poşetine taze ıslak yem numunesinden 25 g konularak 100 ml distile su ilave edilmiştir. Stomacher poşetleri içindeki yem numunesi pedallı homojenizatörde (Pedallı blender - Stomacher Cihazı-Homojenizatör/400 ml) parçalanmıştır. İşlemden geçirilen silaj örnekleri 15 dakika bekletilmiştir. Elde edilen karışım süzülerek, süzüntüden hızlıca pH ölçümü (Hanna Instruments pH Meter HI-2211) gerçekleştirilmiştir elde edilen sonuçlar kayıt altına alınmıştır. Kalan süzüntü örnekleri farklı analizlerde kullanılmak üzere saklanmıştır.

3.4.4. Serbest Amonyak Azotu (NH₃-N) Tayini

Denemenin yem örneklerinin serbest amonyak azotu (NH₃-N) düzeyleri Weatherburn (1967)'ün metodunda belirtildiğı gibi belirlenmiştir (Weatherburn, 1967). Örnekler pH ölçümünden sonra falcon tüplerinde 5000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek çöktürülmüştür. Süpernatanttan 800 µl daha önce isimlendirilmiş

eppendorf tüplerine eklenmiş, üzerlerine 200 µl sülfirik asit ilave edilerek vortekslenmiştir. Serbest amonyak düzeyleri Weatherburn (1967)'ün belirlediği metoda göre spektrofotometrede (Spectrophotometer, UV 2000. Shimadzu Corp. Japan) 625 nm dalga boyunda okunarak sonuçlar kaydedilmiştir.

3.4.5. Organik Asit (Uçucu Yağ Asitleri-UYA) Tayini

Denemenin yem örneklerinin organik asit düzeyleri Suzuki ve Lund (1980)'un metodunda belirtildiği gibi belirlenmiştir (Suzuki ve Lund, 1980). Örnekler pH ölçümünden sonra falcon tüplerinde 5000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek çöktürülmüştür. Süpernatantlar analiz için kapaklı eppendorf tüplerine 1500 µl filtrat, üzerlerine de 300 µl %25'lik metafosforik asit eklenerek vortekslenmiştir. Karışımdan 1 ml alınarak daha önceden isimlendirilerek hazırlanmış kapaklı viallere konulmuştur.

HPLC Kromatografi Cihazı ve Özellikleri

Model: Agilent 1200. Kyoto, JAPAN.

Pompa ve Dedektör: LC-10 ADVP pompa ve PDA dedektör (SPD M10 VP)

Kolon Fırını: CTO-10ASVP

Numune Alıcı: SIL-10ADVP

Kolon: Inertsil ODS-4 kolon (25x4.6 mm, 5 µm)

HPLC kolonu 30°C'ye ve 5 mM H₂SO₄ (pH:4.0) ve metanol (90:10. v/v) oranında, kolon ısısı 60°C'de sabit tutularak akış hızı dakikada 0.6 mL olacak şekilde ayarlanmıştır. Organik asitler PDA dedektörü ile 210 nm'de tespit edilmiştir. Numunelerdeki UYA konsantrasyonları (mM) birim olarak hesaplanmış ve kaydedilmiştir.

3.4.6. Yemlerin Mikrobiyolojik Analizleri

Silaj örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı, maya-küf sayımı ve toplam laktik asit bakteri sayım mikrobiyolojik analizleri Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Silaj örnekleri açıldıkları günlerde, her bir kavanozdan 10 g örnek

aseptik koşullar altında steril stomacher poşetlerine alınmıştır. Her stomacher poşetine 90 ml maximum recovery diluent (MRD) ilave edilmiştir. Her poşet 2 dakika süre ile pedallı homojenizatör ile homojenize edilmiştir. Oranları 1/10, 1/100, 1/1000.... şeklinde olacak şekilde hazırlanan seri dilüsyonlar, son dilüsyondan ilk dilüsyona olmak üzere 1 ml alınarak 9 ml MRD içeren tüplere aktarılarak vortekslenmiştir.



Şekil 3.3. Mikrobiyolojik analiz aşamaları.

3.4.6.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı

Plate count skim milk agar (PCA) içeren petri kaplarına, dökme plak yöntemi ile hazırlanan dilüsyonlardan 1 ml eklenerek petri kaplarına sekiz çizme hareketi yapılarak homojen ekilmiştir. Petriler 30°C 'de 48 saat inkübe edilmiş ve süre sonunda besi yerlerinde gelişen bütün koloniler sayılmıştır. Sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak log₁₀ kob/g olarak kayıt altına alınmıştır (TS EN ISO 4833-1, 2014).

3.4.6.2. Maya-Küf (MK) Sayımı

Dichloran rose bengal chloramphenicol (DRBC) agara hazırlanan dilüsyonlardan 0.1 ml eklenerek yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekilen

petriler 25°C 'de 5 gün boyunca inkübasyona bırakıldı. Besi yerlerinde gelişen koloniler sayıldı ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak log₁₀ kob/g olarak kayıt altına alınmıştır. Uygulanan yöntem doğrultusunda mikroorganizma tespit limiti 2log₁₀'dur (TS ISO 21527-2, 2014).

3.4.6.3. Toplam Laktik Asit Bakteri (TLAB) Sayımı

Hazırlanan her seri dilüsyondan, *Lactobacillus* spp. izolasyonu için 100 µl alınarak, %10 w/v steril laktoz solüsyonu içeren de Man Rogosa and Sharpe (MRS) agara ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Drigalski spatülü yardımı ile yapılan yüzeye yayma işlemi ardından petriler anaerobik şartlarda 37°C 'de 48-72 saat inkübasyona bırakılmıştır. Besi yerlerinde gelişen koloniler sayıldı ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak log₁₀ kob/g olarak kayıt altına alınmıştır (De Man ve ark., 1960).

3.4.6.4. Mikotoksin Tayini

Çalışmanın 90. gününde alınan silaj örnekleri TÜRKA TS EN ISO/IEC 17025:2017 AB-1040-T akreditasyon no ile akredite olmuş bir firmadan Aflatoksin B₁ ve Toplam Aflatoksin (B₁+B₂+G₁+G₂) tespiti için 18.04.2023 tarihinde hizmet alımı yapılmıştır.

Denemenin 90. gününde açılan silajlardan örnek alınarak isimlendirilmiş farklı alüminyum kaplara konulmuş 60°C'de 48 saat boyunca etüvde karıştırılarak kurutulmuştur. Elde edilen kuru silaj örnekleri laboratuvar tipi yem öğütme cihazının 1 mm'lik eleğinde öğütülerek, daha önceden isimlendirilmiş ağzı kilitli plastik poşetlere hava almayacak şekilde konularak saklanmıştır. Yapılan işlem sonucu 90. gün silaj örneklerinin her birinden 250 g kuru örnek elde edilerek laboratuvara gönderilmiştir. Örnekler HPLC-FLD cihazında AOAC 991.31 metoduna göre toplam aflatoksin analizi yapılmıştır (AOAC, 2011).

3.5. *in vitro* Suni Rumen ile Sindirilebilirlik Analizi

Çalışma için kullanılan canlı hayvan ve yapılan *in vitro* sindirilebilirlik deneme uygulama ve protokolleri Konya ili Selçuk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından incelenip 30.11.2023 tarihli 2023/13 toplantı 2023/144 sayılı karar

ile onaylanmıştır. Bu izin ile çalışma Konya Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Denemenin yem örneklerinin sindirilebilirlik düzeyleri Czerkowski ve Breckenridge (1977)'in metodunda belirtildiği Rumen Simulation Technique-Rusitec sistemi ile belirlenmiştir (Czerkowski ve Breckenridge, 1977).

3.5.1. Hayvan Materyali

Denemenin *in vitro* sindirilebilirlik uygulamasında rumen fistülü açılmış bir baş Holstein ırkı sığır kullanılmıştır. Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı laboratuvarlarında alınan silaj örnekleriyle, Konya Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hümeysra Özgen Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde bakım ve beslemesi gerçekleştirilen hayvanın rumen fistülünden alınan rumen sıvısı ile uygulama gerçekleştirilmiştir. Rumen sıvısı temin edilen rumen kanüllü hayvanlar rasyonlarında kaba/konsantre yem oranları 60/40 olacak şekilde sabah 08:00 ile akşam saat 19:00'da olmak üzere günde iki defa aynı öğün ile beslenmişlerdir. Verilen rasyon yaşama ve verim ihtiyaçlarını karşılamak üzere (KM/gün; %13,43 HP, %43,50 NDF – 5 kg kuru yonca ve %17,32 HP, %37,82 NDF - 3,5 kg karma yem) NRC'ye göre düzenlenmiştir (NRC, 2001). Uygulama öncesi parazitlere karşı ilaçlama yapılmış, vitamin-mineral ihtiyaçlarının giderilmesi için vitamin-mineral blokları yemliklere yerleştirilmiş, taze ve temiz su ad libitum olarak sürekli bulunmaktadır.

3.5.2. Numunelerin Hazırlanması

Analizde kullanılacak keseler (ANKOM F57 Bag) 3-5 dakika aseton içerisinde bekletilmiş daha sonra distile su ile durulanmıştır. Islak keseler 105°C'de etüvde 1 saat kurutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşınca kadar bağıl nemi giderilmiştir. Bu naylon keselerin ağırlıkları tartılarak (W1) kayıt altına alınmıştır. Silaj örnekleri, 0.5 g olacak şekilde hassas terazide tartılarak gözenekleri yaklaşık 25 µm büyüklüğünde olan naylon keselere dikkatlice konulmuştur. Keselerin ağızları ısıyla kapatıcı-heat sealer yardımı ile mühürlenmiştir. Mühürlenmiş keseler 80 saniyede bir tur devrini tamamlayan ve rumen hareketlerini taklit eden özel cam sindirim kavanozlarına, her bir kavanozda en fazla 25 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Keseler özel cam

sindirim kavanozların iç orta kısmında bulunan ayırıcının her iki tarafına eşit denk gelmesine dikkat edilerek konulmuştur. Analizin düzeltme faktörü hesaplanması için her kavanoza 1 adet boş ve mühürlenmiş torba ağırlığı aynı başlangıç işlemlerine tabi tutularak (C1) yerleştirilmiştir.

3.5.3. Tampon Çözeltinin Hazırlanması

Denemede tampon A ve B olmak üzere iki farklı tampon çözelti hazırlanmıştır.

Tampon A Çözeltisi; 1 litrelik balon joje içerisine 10 g potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), 0.5 g sodyum klorür (NaCl), 0.5 magnezyum sülfat heptahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 0.1 g kalsiyum klorür dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 0.5 g üre ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) bir miktar distile su içerisinde çözdürüldükten sonra hacimce 1 litreye tamamlanır.

Tampon B Çözeltisi; 1 litrelik balon joje içerisine 15 g sodyum karbonat (Na_2CO_3), 1 g sodyum sülfid nonahidrat ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) bir miktar distile su içerisinde çözdürüldükten sonra hacimce 1 litreye tamamlanır.

Hazırlanan tampon çözeltiler 39°C 'ye ısıtılmış ve 1330 ml tampon A çözeltisine, tampon B çözeltisinden 266 ml oranlama 5:1 olacak şekilde ilave edilmiştir. Çözeltilerin karıştırılması sırasında miktar kesin olduğu kadar çözelti sıcaklığı da 39°C 'de pH ise 6.8 olmasına dikkat edilmiştir. Çözelti karışımları 1600 ml olacak şekilde her bir sindirim kavanozu için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

3.5.4. İnokulum Hazırlanması ve İnkübasyon

Rumeni kanüllü uygulama hayvanından rumen sıvısı toplanması ve laboratuvara getirilmesi için 2 litre hacimli iki adet termos tamamen 39°C 'de olan sıcak su ile doldurulmuştur. Rumen sıvısı toplanmaya başlayana kadar da su muhafaza edilmiş inokulum konulmadan hemen öncesinde boşaltılmıştır. Rumen fistülünden steril bir kateter yardımı ile rumenin farklı yerlerinden 4 litre inokulum çekilerek termoslara konulmuştur. Ayrıca termoslardan birine rumenden 2 avuç dolusu rumen içeriği konulmuştur. Hızlıca laboratuvara getirilen termoslar blendere boşaltılıp üzerine CO_2 eklemesi yapılmış hızlı devirde 30 saniye çalıştırılmıştır. Bu karıştırma-

parçalama işlemi rumen mikroorganizma popülasyonunun inokuluma geçişini kolaylaştırmaktadır. Daha önceden hazırlanmış ve içerisinde 39°C su bulunan 5 litre hacminde bir cam erlen suyu boşaltılarak içerisine bir taraftan CO₂ verilirken diğer taraftan blenderdeki inokulum 4 kat tülbente dökülerek süzölmüştür. Süzölmüş inokulumdan her bir sindirim kavanozuna 400 ml eklenmiştir.

3.5.5. Suni Rumen Denemesi

Sindirim kavanozları içerisine 39°C’de 1600 ml tampon çözelti karışımı, 400 ml inokulum ve her birinde ortadaki karıştırıcı aparata dikkat edilerek eşit yerleştirilmiş 25 adet deneme, 1 adet boş kese içerisine 30 saniye CO₂ verilerek ağızları sıkıca kapatılmıştır. Kavanozlar ANKOM Daisy II Incubator cihazına özenle yerleştirilmiş sıcaklığın 39,5±0.5°C’de 80 saniyede bir tam tur atacak şekilde heat ve agitation düğmeleri açık konumda işlem başlatılmıştır. İnkübasyon işlemi 48 saat sürmüştür. İşlem tamamlandıktan sonra kavanozlar çıkarılarak sıvı boşaltılmış torbalar akan su altında iyice yıkanmıştır. Durulanan keseler 105°C’de etüvde kurutulmuş ve desikatörde sabit ağırlığa ulaşınca kadar bağıl nemi giderilmiştir. Kurutulan keseler NDF analizine tabi tutulmuş işlem sonunda değerler (W3) ölçülerek kaydedilmiştir (Czerkawski ve Breckenridge, 1977). İn Vitro gerçek besin madde sindirilebilirliği (IVGS) aşağıdaki formül ile bilgisayar tarafından hesaplanarak kaydedilmiştir.

$$\%IVGS=100-\frac{(W3-(W1-C1))\times 100}{W2}$$

W1: F57 kese tara ağırlığı, W2: Örnek miktarı, W3: İşlem sonrası tartım, C1: Kör örnek ağırlığı – Düzeltme faktörü.



Şekil 3.4. *in vitro* suni rumen denemesi aşamaları.

3.6. İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen veriler; Kuru Madde, Tanen, Gün, veri değişkenleri için SPSS 25 paket programı kullanılarak, genel doğrusal modelin (GLM-General Linear Model) çoklu varyans analizine tabi tutulmuştur. Önem derecesinin hangi değişkenden kaynaklandığının anlaşılması amacı ile Duncan karşılaştırma testi uygulanmıştır. Her veri grubu ve her değişken için ayrıca tek yönlü varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlarda önemliliğin alt grup bazında incelenmesi amacı ile kuru madde/tanen (KM*T), kuru madde/gün (KM*G), tanen/gün (T*G) ve kuru madde/tanen/gün (KM*T*G) interaksiyon analizi gerçekleştirilerek ayrı tabloda sunulmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Ham Besin Madde Analizleri

Çalışmada elde edilen ham besin madde analiz verileri, uygulanan istatistiki metot gereği; ana faktör grupları olan kuru madde düzeyi, eklenen tanen konsantrasyonu ve açım günleri ortalamaları **Tablo 4.2** ve **4.5**'te ifade edilmiştir.

Ana faktörler ve alt gruplarının interaksiyon analizleri **Tablo 4.3** ve **4.6**'da sunulmuştur. Uygulanan testler ortak olsa da herhangi bir katkı uygulanmaması nedeniyle başlangıç numunesi analizleri ayrı olarak **Tablo 4.1** ve **4.4**'te verilmiştir.

Tablo 4.1. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıçtaki ham besin madde değerleri (%KM).

	KM	HK	HP	HY	HS	NDF	ADF	ADL	HC	C	NÖM
%20 KM	20.43±0.38	11.71±0.12	8.54±0.1	1.47±0.01	34.47±0.12	46.66±0.02	44.55±0.09	14.51±0.08	4.12±0.1	30.04±0.17	41.03±0.08
%35 KM	35.46±0.36	12.63±0.09	9.35±0.11	1.47±0.03	34.40±0.12	48.62±0.03	44.52±0.05	14.51±0.03	4.10±0.03	30.01±0.08	39.50±0.24

KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, NDF: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADL: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin, HC: Hemiselüloz, C: Selüloz, NÖM: Azotsuz (Nitrojensiz) Öz Madde

Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin ana faktörler arası ham besin madde değerleri (%KM).

		KM	HK	HP	HY	HS	NDF	ADF	ADL	HC	C	NÖM
KM	% 20	20.46±0.40	11.49±0.23	8.40±0.1	1.46±0.02	34.11±0.55	48.23±0.53	44.14±0.51	14.51±0.15	4.08±0.27	29.63±0.53	42.32±0.77
	% 35	35.26±0.35	12.63±0.23	9.28±0.09	1.46±0.02	34.05±0.52	48.21±0.52	44.14±0.5	14.51±0.12	4.07±0.23	29.62±0.51	40.51±0.72
OSH		0.047	0.038	0.015	0.004	0.038	0.039	0.023	0.025	0.05	0.032	0.074
P		<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.598	0.319	0.812	0.788	0.993	0.947	0.842	<0.001**
Tanen	K	27.76±7.68	12.10±0.54	8.84±0.46	1.46±0.02	34.19±0.49	48.25±0.48	44.24±0.46	14.50±0.11	4.01±0.25	29.74±0.47	40.95±1.05 ^a
	50	27.91±7.51	11.95±0.62	8.83±0.42	1.46±0.02	33.99±0.56	48.24±0.51	44.08±0.5	14.48±0.19	4.16±0.19	29.60±0.57	41.87±1.1 ^b
	75	27.95±7.59	12.13±0.71	8.85±0.49	1.46±0.02	34.01±0.54	48.26±0.61	44.07±0.56	14.56±0.1	4.09±0.3	29.51±0.52	41.59±1.22 ^b
OSH		0.057	0.046	0.018	0.005	0.042	0.044	0.025	0.028	0.055	0.035	0.082
P		0.09	0.398	0.466	0.712	0.19	0.295	0.143	0.198	0.158	0.05	<0.001**
Gün	0	27.94±8.23	12.17±0.52	8.94±0.45 ^a	1.47±0.01	34.43±0.11 ^a	48.64±0.03 ^a	44.53±0.07 ^a	14.51±0.06	4.11±0.07	30.02±0.12 ^a	40.26±0.85 ^c
	2	28.07±7.59	11.96±0.62	8.86±0.47 ^b	1.45±0.02	34.40±0.21 ^a	48.53±0.15 ^a	44.45±0.16 ^a	14.51±0.14	4.07±0.25	29.94±0.2 ^a	41.35±1.08 ^{a,c}
	7	27.90±7.63	12.06±0.65	8.86±0.46 ^b	1.45±0.02	34.39±0.1 ^a	48.50±0.27 ^a	44.44±0.06 ^a	14.51±0.2	4.06±0.26	29.93±0.19 ^a	41.12±1.1 ^{b,c}
	90	27.59±7.61	12.11±0.64	8.77±0.46 ^c	1.46±0.02	33.34±0.28 ^b	47.49±0.22 ^a	43.40±0.14 ^b	14.51±0.07	4.09±0.3	28.89±0.15 ^b	42.16±1.01 ^a
OSH		0.071	0.058	0.22	0.007	0.049	0.051	0.029	0.032	0.064	0.041	0.095
P		<0.056	0.131	<0.001**	0.202	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.994	0.773	<0.001**	<0.001**

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup,

OSH: Ortalamaların Standart Hatası

^{a, b, c}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, NDF: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADL: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin, HC: Hemiselüloz, C: Selüloz, NÖM: Azotsuz (Nitrojensiz) Öz Madde

Tablo 4.3. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin ham besin madde interaksiyon analizleri (%KM).

KM	T	AG	GA	KM	HK	HP	HY	HS	NDF	ADF	ADL	HC	C	NÖM
%20	K	2	G1	20.31±0.32 ^{a,x}	11.38±0.14	8.35±0.09	1.44±0.04	34.67±0.22	48.44±0.08	44.48±0.21	14.57±0.18	3.96±0.24	29.91±0.25	41.96±0.4
		7	G2	20.63±0.37 ^{a,x}	11.74±0.17	8.39±0.09	1.42±0.01	34.4±0.06	48.52±0.22	44.45±0.03	14.31±0.13	4.07±0.2	30.14±0.11	41.67±0.42
		90	G3	19.64±0.16 ^{b,x}	11.56±0.29	8.31±0.04	1.47±0.03	33.6±0.35	47.61±0.32	43.42±0.21	14.49±0.05	4.19±0.53	28.93±0.17	42.31±0.48
OSH				0.14	0.06	0.03	0.01	0.13	0.13	0.14	0.04	0.08	0.15	0.17
%20	50	2	G4	20.9±0.16 ^x	11.41±0.21	8.43±0.09 ^q	1.47±0.03	34.22±0.12	48.59±0.05	44.49±0.04	14.43±0.1	4.10±0.03	30.07±0.12	42.67±0.27
		7	G5	20.4±0.32 ^x	11.26±0.24	8.46±0.04 ^q	1.44±0.02	34.4±0.12	48.37±0.23	44.36±0.03	14.57±0.31	4.01±0.21	29.79±0.29	42.33±0.39
		90	G6	20.54±0.1 ^x	11.46±0.15	8.38±0.04 ^q	1.48±0.01	33.26±0.42	47.59±0.25	43.52±0.03	14.57±0.09	4.07±0.28	28.95±0.11	43.33±0.4
OSH				0.09	0.06	0.02	0.01	0.19	0.16	0.15	0.06	0.06	0.18	0.18
%20	75	2	G7	20.88±0.06 ^x	11.37±0.18	8.44±0.1 ^{a,w}	1.46±0.03	34.37±0.23	48.56±0.21	44.39±0.36	14.53±0.03	4.17±0.56	29.86±0.34	42.30±0.65
		7	G8	20.43±0.21 ^x	11.43±0.1	8.40±0.13 ^{a,q}	1.45±0.01	34.41±0.2	48.62±0.3	44.51±0.06	14.65±0.15	4.11±0.36	29.86±0.11	42.30±0.21
		90	G9	20.41±0.2 ^x	11.61±0.36	8.28±0.09 ^{b,q}	1.46±0.03	33.27±0.42	47.29±0.24	43.28±0.07	14.48±0.03	4.01±0.37	28.80±0.1	43.32±0.82
OSH				0.09	0.07	0.04	0.01	0.2	0.23	0.2	0.03	0.12	0.19	0.24
%35	K	2	G10	35.73±0.18 ^{a,y}	12.59±0.27	9.29±0.06	1.44±0.01	34.35±0.13	48.41±0.04	44.46±0.17	14.55±0.02	3.95±0.14	29.91±0.16	40.19±0.11
		7	G11	35.27±0.16 ^{a,y}	12.71±0.11	9.32±0.03	1.47±0.02	34.42±0.05	48.38±0.33	44.49±0.03	14.51±0.03	3.89±0.31	29.98±0.01	39.63±0.35
		90	G12	34.59±0.26 ^{b,y}	12.44±0.07	9.23±0.04	1.47±0.02	33.24±0.11	48.39±0.13	43.57±0.11	14.52±0.05	3.82±0.23	29.05±0.11	41.27±0.42
OSH				0.14	0.05	0.02	0.01	0.15	0.15	0.12	0.01	0.06	0.12	0.22
%35	50	2	G13	35.31±0.16 ^y	12.43±0.33	9.29±0.13 ^w	1.46±0.01	34.44±0.21	48.72±0.05	44.43±0.08	14.42±0.25	4.29±0.05	30.01±0.26	40.60±0.72
		7	G14	35.28±0.19 ^y	12.44±0.22	9.26±0.05 ^w	1.44±0.02	34.36±0.07	48.56±0.28	44.40±0.04	14.40±0.24	4.16±0.27	29.99±0.22	40.60±0.25
		90	G15	35.05±0.02 ^y	12.67±0.18	9.13±0.21 ^w	1.45±0.02	33.28±0.03	47.59±0.07	43.27±0.02	14.51±0.13	4.31±0.08	28.76±0.12	41.69±0.17
OSH				0.06	0.08	0.03	0.01	0.19	0.18	0.19	0.06	0.05	0.21	0.22
%35	75	2	G16	35.32±0.38 ^y	12.6±0.17	9.36±0.06 ^{a,w}	1.46±0.02	34.33±0.19	48.43±0.13	44.45±0.1	14.56±0.14	3.98±0.13	29.89±0.07	40.38±0.24
		7	G17	35.36±0.4 ^y	12.79±0.3	9.34±0.1 ^{a,w}	1.49±0.0	34.33±0.1	48.54±0.39	44.41±0.04	14.62±0.09	4.13±0.35	29.80±0.13	40.19±0.28
		90	G18	35.29±0.2 ^y	12.95±0.3	9.27±0.05 ^{b,w}	1.44±0.04	33.38±0.2	47.49±0.24	43.36±0.07	14.51±0.06	4.13±0.23	28.85±0.13	41.05±0.13
OSH				0.01	0.08	0.02	0.01	0.16	0.18	0.18	0.03	0.07	0.17	0.14
P (KM*T)				0.068	0.120	0.021*	0.273	0.110	0.274	0.197	0.287	0.118	0.980	0.206
P (KM*G)				0.984	0.966	0.551	0.055	0.866	0.980	0.901	0.959	0.925	1.000	0.656
P (T*G)				0.002*	0.066	0.806	0.056	0.907	0.315	0.372	0.082	0.945	0.263	0.882
P (KM*T*G)				0.021*	0.545	0.693	0.854	0.287	0.520	0.152	0.517	0.675	0.205	0.313

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup,
OSH: Ortalamaların Standart Hatası, AG: Silo Açım Günü, GA: Grup Adı, T: Tanen, G: Gün
^{a, b}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.
^{q, w}: Aynı sütunda KM*T arası farklı harf taşıyan değerler farklılığı göstermektedir.
^{x, y}: Aynı sütunda KM*T*G arası farklı harf taşıyan değerler farklılığı göstermektedir.
(*P<0.05, **P<0.001)
KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, NDF: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADL: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin, HC: Hemiselüloz, C: Selüloz, NÖM: Azotsuz (Nitrojensiz) Öz Madde

4.1.1. Kuru Madde (KM) Analizi

Çalışma hipotezinde istenilen kuru madde düzeyleri için başlangıç yem örneğinin %20 grubunda 20.43, %35 grubunda 35.46 olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi kuru madde ortalamaları sırasıyla %20.46 ve 35.26 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

KM değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 19.64 ile G3 en yüksek değeri 20.9 ile G4, %35 KM için en düşük değeri 34.59 ile G12 en yüksek değeri 35.73 ile G10 olduğu belirlenmiştir.

4.1.2. Ham Kül (HK) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde ham kül değerleri %20 KM'de 11.71, %35 KM'de 12.63 olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi ham kül ortalamaları sırasıyla %11.49 ve 12.63 olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

HK değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 11.26 ile G5 en yüksek değeri 11.74 ile G2, %35 KM için en düşük değeri 12.43 ile G13 en yüksek değeri 12.95 ile G18 olduğu belirlenmiştir.

4.1.3. Ham Protein (HP) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde ham protein değerleri %20 KM'de 8.54, %35 KM'de 9.35 olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi ham protein ortalamaları sırasıyla %8.40 ve 9.28 olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin ham protein değerleri sırasıyla %8.94, 8.86, 8.86 ve %8.77 olarak tespit edilmiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

HP değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 8.28 ile G9 en yüksek değeri 8.46 ile G5, %35 KM için en düşük değeri 9.13 ile G15 en yüksek değeri 9.36 ile G16 olduğu belirlenmiştir.

4.1.4. Ham Yağ (HY) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde ham yağ değerleri %20 ve 35 KM'de 1.47 ile eşit olarak tespit edilmiştir.

HY değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 1.42 ile G2 en yüksek değeri 1.48 ile G6, %35 KM için en düşük değeri 1.44 ile G18 en yüksek değeri 1.49 ile G17 olduğu belirlenmiştir.

4.1.5. Ham Selüloz (HS) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde ham selüloz değerleri %20 KM’de 34.47, %35 KM’de 34.4 olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi ham selüloz ortalamaları sırasıyla %34.43, 34.4, 34.39 ve 33.34 olarak saptanmıştır. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

HS değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 33.26 ile G6 en yüksek değeri 34.67 ile G1, %35 KM için en düşük değeri 33.24 ile G12 en yüksek değeri 34.44 ile G13 olduğu belirlenmiştir.

4.1.6. Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde NDF değerleri %20 KM’de 46.66, %35 KM’de 48.62 olarak tespit edilmiştir.

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin NDF değerleri sırasıyla %48.64, 48.53, 48.54 ve 47.49 olarak saptanmıştır. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

NDF değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 47.29 ile G9 en yüksek değeri 48.62 ile G8, %35 KM için en düşük değeri 47.49 ile G18 en yüksek değeri 48.72 ile G13 olduğu belirlenmiştir.

4.1.7. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde ADF değerleri %20 KM'de 44.55, %35 KM'de 44.52 olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi ADF ortalamaları sırasıyla %44.53, 44.45, 44.44 ve 43.4 olarak saptanmıştır. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

ADF değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 43.28 ile G9 en yüksek değeri 44.51 ile G8, %35 KM için en düşük değeri 43.27 ile G15 en yüksek değeri 44.49 ile G11 olduğu belirlenmiştir.

4.1.8. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin (ADL) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde ADL değerleri %20 ve 35 KM'de 14.51 ile eşit olarak tespit edilmiştir.

ADL değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 14.31 ile G2 en yüksek değeri 14.65 ile G8, %35 KM için en düşük değeri 14.4 ile G14 en yüksek değeri 14.62 ile G17 olduğu belirlenmiştir.

4.1.9. Hemiselüloz (HC) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde HC değerleri %20 KM'de 4.12, %35 KM'de 4.1 olarak tespit edilmiştir.

HC değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en dşşk değeri 3.96 ile G1 en yüksek değeri 4.19 ile G3, %35 KM için en dşşk değeri 3.82 ile G12 en yüksek değeri 4.31 ile G15 olduğu belirlenmiştir.

4.1.10. Selüloz (C) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde C değerleri %20 KM’de 30.04, %35 KM’de 30.01 olarak tespit edilmiştir.

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin C değerleri sırasıyla %30.02, 29.94, 29.93 ve 28.89 olarak tespit edilmiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

C değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en dşşk değeri 28.8 ile G9 en yüksek değeri 30.14 ile G2, %35 KM için en dşşk değeri 28.76 ile G15 en yüksek değeri 30.01 ile G13 olduğu belirlenmiştir

4.1.11. Azotsuz (Nitrojensiz) z Madde (NM) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde NM değerleri %20 KM’de 41.03, %35 KM’de 39.5 olarak tespit edilmiştir.

Yem rneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi NM ortalamaları sırasıyla %42.32 ve 40.51 olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda NÖM değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla %40.95, 41.87 ve 41.59 olarak belirlenmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin NÖM değerleri sırasıyla %40.26, 41.35, 41.12 ve 42.16 olarak tespit edilmiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

NÖM değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 41.67 ile G2 en yüksek değeri 43.33 ile G3, %35 KM için en düşük değeri 39.63 ile G11 en yüksek değeri 41.69 ile G15 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıçtaki ham besin madde enerji değerleri (Mcal/kg/KM).

	SE (Mcal/kg/KM)	ME (Mcal/kg/KM)	NE _L (Mcal/kg/KM)
%20 KM	2.56±0.01	2.13±0.0	1.30±0.0
%35 KM	2.51±0.01	2.08±0.01	1.28±0.01

KM: Kuru Madde, SE: Sindirilebilir Enerji, ME: Metabolik Enerji, NE_L: Net Enerji Laktasyon

Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin hesaplanan enerji değerleri (Mcal/kg/KM).

Ana Grup	Alt Grup	SE (Mcal/kg/KM)	ME (Mcal/kg/KM)	NE _L (Mcal/kg/KM)
KM	% 20	2.60±0.03	2.17±0.03	1.33±0.03
	% 35	2.54±0.02	2.11±0.02	1.29±0.02
OSH		0.003	0.003	0.002
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	<0.001**
Tanen	K	2.55±0.03 ^b	2.13±0.03 ^b	1.30±0.03 ^b
	50	2.59±0.04 ^a	2.16±0.04 ^a	1.32±0.04 ^a
	75	2.58±0.04 ^a	2.15±0.04 ^a	1.31±0.04 ^a
OSH		0.004	0.004	0.002
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	<0.001**
Gün	0	2.53±0.03 ^b	2.10±0.03 ^b	1.29±0.03 ^b
	2	2.57±0.04 ^a	2.14±0.04 ^a	1.31±0.04 ^a
	7	2.56±0.04 ^a	2.14±0.04 ^a	1.30±0.04 ^a
	90	2.59±0.04 ^a	2.17±0.03 ^a	1.32±0.03 ^a
OSH		0.004	0.004	0.002
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	<0.001**

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası

^{a, b}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, SE: Sindirilebilir Enerji, ME: Metabolik Enerji, NE_L: Net Enerji Laktasyon

Tablo 4.6. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin hesaplanan enerji interaksiyon analizleri (Mcal/kg/KM).

KM	T	AG	GA	SE (Mcal/kg/KM)	ME (Mcal/kg/KM)	NE _L (Mcal/kg/KM)
%20	K	2	G1	2.59±0.01	2.16±0.01	1.32±0.01
		7	G2	2.57±0.01	2.15±0.02	1.31±0.01
		90	G3	2.59±0.01	2.17±0.02	1.32±0.01
OSH				0.01	0.06	0.01
%20	50	2	G4	2.62±0.01	2.19±0.01	1.34±0.01
		7	G5	2.60±0.01	2.18±0.01	1.33±0.01
		90	G6	2.64±0.01	2.21±0.01	1.35±0.01
OSH				0.06	0.05	0.01
%20	75	2	G7	2.61±0.02	2.18±0.02	1.33±0.01
		7	G8	2.61±0.01	2.18±0.01	1.33±0.01
		90	G9	2.63±0.03	2.20±0.02	1.34±0.01
OSH				0.01	0.01	0.01
%35	K	2	G10	2.53±0.01	2.10±0.01	1.29±0.01
		7	G11	2.51±0.01	2.08±0.01	1.28±0.01
		90	G12	2.56±0.01	2.14±0.02	1.30±0.01
OSH				0.01	0.01	0.01
%35	50	2	G13	2.55±0.03	2.12±0.03	1.30±0.01
		7	G14	2.55±0.01	2.12±0.01	1.30±0.01
		90	G15	2.58±0.01	2.15±0.01	1.31±0.01
OSH				0.07	0.01	0.01
%35	75	2	G16	2.54±0.01	2.11±0.01	1.29±0.01
		7	G17	2.54±0.01	2.10±0.01	1.29±0.01
		90	G18	2.54±0.03	2.13±0.01	1.30±0.01
OSH				0.06	0.01	0.01
<i>P</i> (KM*T)				0.084	0.219	0.162
<i>P</i> (KM*G)				0.996	0.810	0.889
<i>P</i> (T*G)				0.436	0.705	0.934
<i>P</i> (KM*T*G)				0.194	0.413	0.542

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup,

OSH: Ortalamaların Standart Hatası, AG: Silo Açım Günü, GA: Grup Adı, T: Tanen, G: Gün

^{a, b}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, SE: Sindirilebilir Enerji, ME: Metabolik Enerji, NE_L: Net Enerji Laktasyon

4.1.12. Enerji Değerleri

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinin hesaplanan SE, ME, NE_L değerleri %20 KM'de sırasıyla 2.56, 2.13 ve 1.3 %35 KM'de sırasıyla 2.51, 2.08 ve 1.28 Mcal/kg/KM olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerine uygulanan tanen konsantrasyonları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda SE, ME, NE_L değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 2.55, 2.13. 1.3/2.59, 2.16, 1.32 ve 2.58, 2.15, 1.31 Mcal/kg/KM olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Silolamanın yapıldığı gün silolanmamış silaj materyali 0, 2, 7 ve 90. gün silolardan alınan örneklerin SE, ME, NE_L değerleri sırasıyla 2.53. 2.1, 1.29/2.57, 2.14, 1.31/2.56, 2.14. 1.3 ve 2.59, 2.17, 1.32 Mcal/kg/KM olarak tespit edilmiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

4.2. Fermentasyon Analizleri

Çalışmada fermentasyon aşamalarının takibi için alınan yem örneklerinden elde edilen verileri, uygulanan istatistiki metot gereği; ana faktör grupları olan kuru madde düzeyi, eklenen tanen konsantrasyonu ve açım günleri ortalamaları mikrobiyolojik ekimler için **Tablo 4.8**, diğer bazı fermentasyon takip parametreleri için **Tablo 4.11**'de gösterilmiştir.

90. gün silo açımı yedirilme aşaması olarak kabul edilmiş bu örneklerle diğerlerinden farklı olarak ayrıca aerobik stabilite ve toplam mikotoksin analizi uygulanmıştır. Elde edilen değerler **Tablo 4.13**'te sunulmuştur.

Ana faktörler ve alt gruplarının interaksiyon analizleri **Tablo 4.9**, **4.12** ve **4.14**'te sunulmuştur. Uygulanan testler ortak olsa da herhangi bir katkı uygulanmaması nedeniyle başlangıç numunesi analizleri ayrı olarak **Tablo 4.7** ve **4.10**'da verilmiştir.

Tablo 4.7. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıç mikrobiyolojik ekim değerleri ($\log_{10}$ kob/g).

	TAMB ($\log_{10}$ kob/g)	TLAB ($\log_{10}$ kob/g)	MK ($\log_{10}$ kob/g)
%20 KM	6.57 $\pm$ 0.02	2.42 $\pm$ 0.1	5.16 $\pm$ 0.02
%35 KM	6.42 $\pm$ 0.02	4.06 $\pm$ 0.02	4.33 $\pm$ 0.03

KM: Kuru Madde, TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı ($\log_{10}$ kob/g), TLAB: Toplam Laktik Asit Bakteri Sayısı ($\log_{10}$ kob/g), MK: Maya-Küf Sayısı ($\log_{10}$ kob/g)

MK: Uygulanan yöntem doğrultusunda mikroorganizma tespit limiti $2\log_{10}$ 'dur.

Tablo 4.8. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin mikrobiyolojik ekim değerleri (log₁₀ kob/g).

Ana Grup	Alt Grup	TAMB (log ₁₀ kob/g)	TLAB (log ₁₀ kob/g)	MK (log ₁₀ kob/g)
KM	%20	6,73±1.93	6,19±2,24	1.75±1.81
	%35	7,04±1.63	6,93±1.34	1.30±1.51
OSH		0.019	0.022	0.106
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	<0.005*
Tanen	K	6,55±1.88 ^c	5,83±2,26 ^b	2,04±2
	50	7,01±1.61 ^b	7,01±1.33 ^a	1.22±1.34
	75	7,19±1.84 ^a	7,08±1.45 ^a	1.14±1.35
OSH		0.023	0.027	0.130
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	0.887
Gün	0	6,49±0.08 ^b	3,41±0.9 ^c	4,74±0.45 ^a
	2	8,38±0.16 ^a	7,77±0.32 ^a	2,79±0.4 ^b
	7	7,98±0.41 ^a	8,03±0.25 ^a	0.71±0.96 ^c
	90	4,43±0.88 ^c	4,99±1.15 ^b	<2 ^d
OSH		0.028	0.033	0.161
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	<0.001**

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası

^{a, b, c, d}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı (log₁₀ kob/g), TLAB: Toplam Laktik Asit Bakteri Sayısı (log₁₀ kob/g), MK: Maya-Küf Sayısı (log₁₀ kob/g)

<2 : Uygulanan yöntem doğrultusunda mikroorganizma tespit limiti 2log₁₀'dur.

Tablo 4.9. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin mikrobiyolojik ekim değerleri interaksiyon analizi (log₁₀ kob/g).

KM	T	AG	GA	TAMB (log ₁₀ kob/g)	TLAB (log ₁₀ kob/g)	MK (log ₁₀ kob/g)
%20	K	2	G1	8.31±0.02 ^{a, t, q, x}	8.24±0.07 ^{a, t, q, x}	3.20±0.17 ^a
		7	G2	8.08±0.09 ^{b, t, q, x}	7.52±0.07 ^{b, t, q, x}	0.66±1.15 ^b
		90	G3	3.63±0.05 ^{c, t, q, x}	3.20±0.17 ^{c, t, q, x}	<2 ^c
OSH				0.56	0.77	0.64
%20	50	2	G4	8.33±0.03 ^{a, t, q, x}	7.46±0.15 ^{b, t, q, x}	3.20±0.17 ^a
		7	G5	7.26±0.24 ^{b, t, q, x}	8.10±0.07 ^{a, t, q, x}	1.53±1.33 ^b
		90	G6	4.35±0.04 ^{c, t, q, x}	4.50±0.17 ^{c, t, q, x}	<2 ^c
OSH				0.6	0.55	0.51
%20	75	2	G7	8.39±0.04 ^{a, t, q, x}	8.06±0.04 ^{a, t, q, x}	2.92±0.03 ^a
		7	G8	8.43±0.04 ^{b, t, q, x}	8.13±0.15 ^{a, t, q, x}	0.77±1.33 ^b
		90	G9	3.90±0.05 ^{c, t, q, x}	4.26±0.24 ^{b, t, q, x}	<2 ^c
OSH				0.75	0.64	0.49
%35	K	2	G10	8.14±0.08 ^{a, z, w, y}	7.46±0.15 ^{b, z, w, y}	2.56±0.07 ^a
		7	G11	7.73±0.15 ^{b, z, w, y}	8.28±0.06 ^{a, z, w, y}	0.43±0.75 ^b
		90	G12	3.53±0.21 ^{c, z, q, y}	5.43±0.23 ^{c, z, w, y}	<2 ^c
OSH				0.54	0.5	0.53
%35	50	2	G13	8.41±0.03 ^{a, z, w, y}	7.82±0.07 ^{b, z, w, y}	2.16±0.27 ^a
		7	G14	8.23±0.1 ^{b, z, w, y}	8.01±0.06 ^{a, z, w, y}	0.43±0.75 ^b
		90	G15	5.49±0.2 ^{c, z, w, y}	6.18±0.03 ^{c, z, w, y}	<2 ^c
OSH				0.47	0.29	0.35
%35	75	2	G16	8.67±0.01 ^{a, z, w, y}	7.56±0.07 ^{a, z, w, y}	2.69±0.09 ^a
		7	G17	8.11±0.03 ^{b, z, w, y}	8.12±0.05 ^{b, z, w, y}	0.43±0.75 ^b
		90	G18	5.66±0.1 ^{c, z, w, y}	6.33±0.01 ^{c, z, w, y}	<2 ^c
OSH				0.46	0.26	0.44
P (KM*T)				<0.001**	0.036*	0.361
P (KM*G)				<0.001**	<0.001**	0.258
P (T*G)				<0.001**	<0.001**	0.710
P (KM*T*G)				<0.001**	<0.001**	0.841

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası, T: Tanen, G: Gün

^{a, b, c}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

^{t, z}: Aynı sütunda KM*T arası farklı harf taşıyan değerler farklılığı göstermektedir.

^{q, w}: Aynı sütunda KM*G arası farklı harf taşıyan değerler farklılığı göstermektedir.

^{x, y}: Aynı sütunda KM*T*G arası farklı harf taşıyan değerler farklılığı göstermektedir.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı (log₁₀ kob/g), TLAB: Toplam Laktik Asit Bakteri Sayısı (log₁₀ kob/g), MK: Maya-Küf Sayısı (log₁₀ kob/g)

<2 : Uygulanan yöntem doğrultusunda mikroorganizma tespit limiti 2log₁₀'dur.

4.2.1. Mikrobiyolojik Ekim Değerleri

4.2.1.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayısı

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde TAMB değerleri %20 KM'de 6.57, %35 KM'de 6.42 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi TAMB ortalamaları sırasıyla; 6.73 ve 7.04 log₁₀ kob/g olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur (p<0.001).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda TAMB değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 6.55, 7.01 ve 7.19 log kob/ml-g olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur (p<0.001).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin TAMB değerleri sırasıyla 6.49, 8.38, 7.98 ve 4.43 log kob/ml-g olarak tespit edilmiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.001).

TAMB değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 3.63 ile G3 en yüksek değeri 8.43 ile G8, %35 KM için en düşük değeri 3.53 ile G12 en yüksek değeri 8.67 ile G16 olduğu belirlenmiştir.

4.2.1.2. Toplam Laktik Asit Bakteri (TLAB) Sayısı

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde TLAB değerleri %20 KM'de 2.42, %35 KM'de 4.06 log kob/ml-g olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi TLAB ortalamaları sırasıyla; 6.19 ve 6.93 log kob/ml-g olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda TLAB değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 5.83, 7.01 ve 7.08 log kob/ml-g olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin TLAB değerleri sırasıyla 3.41, 7.77, 8.03 ve 4.99 log kob/ml-g olarak tespit edilmiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

TLAB değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 3.2 ile G3 en yüksek değeri 8.24 ile G1, %35 KM için en düşük değeri 5.43 ile G12 en yüksek değeri 8.26 ile G11 olduğu belirlenmiştir.

4.2.1.3. Maya-Küf (MK) Sayısı

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde MK değerleri %20 KM'de 5.16, %35 KM'de 4.33 log kob/ml-g olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi MK ortalamaları sırasıyla; 1.75 ve 1.30 log kob/ml-g olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda MK değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 2.04, 1.22 ve 1.14

log kob/ml-g olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin MK değerleri sırasıyla 4.74, 2.79, 0.71 log kob/ml-g olarak saptanmış, 90. Gün örneklerinde ise tespit edilmemiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

MK değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en yüksek değeri 3.2 ile G1 ve G4, %35 KM için en yüksek değeri 2.69 ile G16 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.10. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıçtaki bazı fermentasyon parametreleri.

	pH	SÇK (g/kg/KM)	NH ₃ -N (mg/dl)	LA (g/kg KM)	AA (g/kg KM)	PA (g/kg KM)	BA (g/kg KM)
%20 KM	6.89±0.02	5.65±0.01	61.91±0.35	0±0	0.87±0.03	0±0	0±0
%35 KM	6.10±0.16	7.71±0.1	81.22±0.3	3.25±0.25	1.68±0.04	0.01±0	0±0

KM: Kuru Madde, SÇK: Suda Çözünebilir Karbonhidrat (g/kg/KM), NH₃-N: Serbest Amonyak Azotu (mg/dl), LA: Laktik Asit (g/kg/KM), AA: Asetik Asit (g/kg/KM), PA: Propiyonik Asit (g/kg/KM), BA: Bütirik Asit (g/kg/KM)

Tablo 4.11. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin bazı fermentasyon değerleri.

Ana Grup	Alt Grup	pH	SÇK (g/kg/KM)	NH ₃ -N (mg/dl)	LA (g/kg/KM)	AA (g/kg/KM)	PA (g/kg/KM)	BA (g/kg/KM)
KM	%20	5.26±0.67	1.26±1.5	19.94±15.43	34.70±15.99	16.51±10.83	0.28±0.13	0.20±0.15
	%35	5.00±0.58	1.44±2.14	20.13±21.28	37.09±15.78	18.53±11.68	0.33±0.15	0.18±0.14
OSH		0.007	0.009	0.086	0.059	0.041	0.006	0.003
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	0.124	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**
Tanen	K	5.40±0.78 ^b	2.24±2.24 ^b	28.66±26.25 ^b	29.74±19.33 ^a	14.63±12.01 ^a	0.25±0.17	0.17±0.15
	50	4.93±0.5 ^a	0.75±0.75 ^a	14.47±6.16 ^a	40.03±11.71 ^b	19.43±10.62 ^b	0.35±0.11	0.21±0.14
	75	4.96±0.5 ^a	0.77±0.76 ^a	14.10±5.78 ^a	39.97±11.58 ^b	19.48±10.44 ^b	0.34±0.10	0.22±0.14
OSH		0.009	0.01	0.096	0.065	0.045	0.007	0.003
<i>P</i>		<0.001**	0.576	0.049*	<0.001**	<0.001**	0.274	0.146
Gün	0	6.50±0.46 ^d	6.68±1.13 ^c	71.57±10.58 ^d	1.63±1.79 ^a	1.27±0.44 ^a	0.01±0.01 ^a	0.004±0.003 ^a
	2	5.54±0.11 ^c	0.94±0.07 ^b	21.98±2.08 ^c	24.23±1.21 ^b	5.77±0.54 ^b	0.20±0.03 ^b	0.35±0.02 ^b
	7	5.04±0.18 ^b	0.89±0.05 ^b	12.04±0.54 ^b	50.45±1.09 ^d	30.25±1.31 ^d	0.42±0.04 ^d	0.26±0.02 ^d
	90	4.35±0.09 ^a	0.44±0.05 ^a	8.91±1.14 ^a	44.43±1.58 ^c	21.95±1.62 ^c	0.39±0.04 ^c	0.32±0.003 ^c
OSH		0.011	0.012	0.111	0.076	0.053	0.008	0.003
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası

^{a, b, c, d}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, SÇK: Suda Çözünebilir Karbonhidrat (g/kg/KM), NH₃-N: Serbest Amonyak Azotu (mg/dl), LA: Laktik Asit (g/kg/KM), AA: Asetik Asit (g/kg/KM), PA: Propiyonik Asit (g/kg/KM), BA: Bütirik Asit (g/kg/KM)

Tablo 4.12. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin bazı fermentasyon değerlerinde interaksiyon analizleri.

KM	T	AG	GA	pH	SÇK (g/kg/KM)	NH3-N (mg/dl)	LA (g/kg KM)	AA (g/kg KM)	PA (g/kg KM)	BA (g/kg KM)
%20	K	2	G1	5.69±0.01 ^{c, q}	0.99±0.06 ^{c, q}	23.96±0.53 ^{c, q}	22.74±0.31 ^{a, q}	5.07±0.19 ^{a, q}	0.18±0.02 ^a	0.37±0.02 ^{c, q}
		7	G2	5.20±0.03 ^{b, q}	0.89±0.06 ^{b, q}	11.46±0.19 ^{b, q}	49.03±0.26 ^{c, q}	28.73±0.33 ^{c, q}	0.39±0.02 ^b	0.29±0.01 ^{b, q}
		90	G3	4.48±0.02 ^{a, q}	0.51±0.01 ^{a, q}	10.22±0.32 ^{a, q}	42.17±0.24 ^{b, q}	20.12±0.16 ^{b, q}	0.36±0.03 ^b	0.03±0 ^{a, q}
OSH				0.25	0.64	6.31	5.75	3.39	0.04	0.05
%20	50	2	G4	5.52±0.03 ^{c, t, q}	0.95±0.06 ^{c, q}	24.27±0.39 ^{c, q}	23.35±0.45 ^{a, q}	5.25±0.08 ^{a, q}	0.17±0.02 ^a	0.36±0.01 ^{c, q}
		7	G5	5.22±0.03 ^{b, t, q}	0.85±0.06 ^{b, q}	12.57±0.75 ^{b, q}	49.71±0.29 ^{c, q}	29.3±0.08 ^{c, q}	0.40±0.03 ^b	0.28±0.02 ^{b, q}
		90	G6	4.38±0.05 ^{a, t, q}	0.48±0.06 ^{a, q}	9.67±0.4 ^{a, q}	43.77±0.34 ^{b, q}	20.43±0.12 ^{b, q}	0.36±0.05 ^b	0.03±0 ^{a, q}
OSH				0.17	0.07	2.24	3.99	3.51	0.03	0.05
%20	75	2	G7	5.58±0.04 ^{c, t, q}	0.99±0.06 ^{c, q}	23.52±0.66 ^{c, q}	23.34±0.56 ^{a, q}	5.68±0.3 ^{a, q}	0.19±0.01 ^a	0.36±0.02 ^{c, q}
		7	G8	5.24±0.01 ^{b, t, q}	0.88±0.06 ^{b, q}	11.99±0.46 ^{b, q}	49.6±0.1 ^{c, q}	29.03±0.3 ^{c, q}	0.41±0.03 ^b	0.28±0.03 ^{b, q}
		90	G9	4.42±0.04 ^{a, t, q}	0.44±0.06 ^{a, q}	9.86±0.73 ^{a, q}	43.34±0.47 ^{b, q}	20.65±0.51 ^{b, q}	0.37±0.04 ^b	0.03±0 ^{a, q}
OSH				0.17	0.08	2.13	3.96	3.41	0.03	0.05
%35	K	2	G10	5.62±0.03 ^{c, w}	0.89±0.06 ^{b, w}	19.84±0.51 ^{c, w}	24.92±0.21 ^{a, w}	5.90±0.29 ^{a, w}	0.21±0.01 ^a	0.34±0.01 ^{c, q}
		7	G11	4.92±0.01 ^{b, w}	0.89±0.06 ^{b, w}	12.25±0.1 ^{b, w}	51.03±0.22 ^{c, w}	31.18±0.22 ^{c, w}	0.44±0.05 ^b	0.26±0.01 ^{b, q}
		90	G12	4.30±0.03 ^{a, w}	0.41±0 ^{a, w}	8.44±0.51 ^{a, w}	44.79±0.33 ^{b, w}	23.47±0.07 ^{b, w}	0.40±0.02 ^b	0.03±0 ^{a, q}
OSH				0.21	0.91	8.94	5.64	3.67	0.05	0.04
%35	50	2	G13	5.42±0.04 ^{c, z, w}	0.88±0.06 ^{b, w}	20.74±0.72 ^{c, w}	25.38±0.41 ^{a, w}	6.34±0.06 ^{a, w}	0.24±0.02 ^a	0.33±0.01 ^{c, q}
		7	G14	4.82±0.03 ^{b, z, w}	0.82±0 ^{b, w}	11.77±0.56 ^{b, w}	51.72±0.35 ^{c, w}	31.73±0.37 ^{c, w}	0.47±0.07 ^b	0.24±0.02 ^{b, q}
		90	G15	4.26±0.01 ^{a, z, w}	0.41±0 ^{a, w}	7.80±0.12 ^{a, w}	46.27±0.44 ^{b, w}	23.5±0.16 ^{b, w}	0.44±0.03 ^b	0.03±0 ^{a, q}
OSH				0.16	0.08	1.92	4.01	3.74	0.04	0.04
%35	75	2	G16	5.39±0.02 ^{c, z, w}	0.95±0.06 ^{b, w}	19.59±0.15 ^{c, w}	25.68±0.09 ^{a, w}	6.39±0.06 ^{a, w}	0.22±0.03 ^a	0.34±0.01 ^{c, q}
		7	G17	4.86±0.01 ^{b, z, w}	0.92±0 ^{b, w}	12.19±0.5 ^{b, w}	51.59±0.12 ^{c, w}	31.57±0.08 ^{c, w}	0.43±0.06 ^b	0.24±0.01 ^{b, q}
		90	G18	4.27±0.03 ^{a, z, w}	0.41±0 ^{a, w}	7.49±0.25 ^{a, w}	46.26±0.33 ^{b, w}	23.55±0.16 ^{b, w}	0.42±0.01 ^b	0.03±0 ^{a, q}
OSH				0.16	0.08	1.76	3.95	3.71	0.04	0.04
P (KM*T)				0.045*	0.231	0.446	0.525	0.505	0.3	0.995
P (KM*G)				<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.628	0.002*
P (T*G)				<0.001**	0.386	0.01*	0.003*	0.073	0.987	0.792
P (KM*T*G)				0.057	0.941	0.064	0.932	0.410	0.982	0.960

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası, T: Tanen, G: Gün

^{a, b, c}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

^{t, z}: Aynı sütunda KM*T arası farklı harf taşıyan değerler farklılığı göstermektedir.

^{q, w}: Aynı sütunda KM*G arası farklı harf taşıyan değerler farklılığı göstermektedir.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, SÇK: Suda Çözünebilir Karbonhidrat (g/kg/KM), NH₃-N: Serbest Amonyak Azotu (mg/dl), LA: Laktik Asit (g/kg/KM), AA: Asetik Asit (g/kg/KM), PA: Propiyonik Asit (g/kg/KM), BA: Bütirik Asit (g/kg/KM)

4.2.2. Fermentasyon Kalite Değerleri

4.2.2.1. pH Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde pH değerleri %20 KM'de 6.89, %35 KM'de 6.1 olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi pH değerlerinin ortalamaları sırasıyla; 5.26 ve 5 olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda pH değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 5.4, 4.93 ve 4.96 olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin pH değerleri sırasıyla 6.5, 5.54, 5.04 ve 4.35 olarak saptanmış, silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

pH değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 4.38 ile G6, %35 KM için en düşük değeri 4.27 ile G18 olduğu belirlenmiştir.

4.2.2.2. Suda Çözünabilir Karbonhidrat (SÇK) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde SÇK değerleri %20 KM'de 5.65, %35 KM'de 7.71 g/kg/KM olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi SÇK değerlerinin ortalamaları sırasıyla; 1.26 ve 1.44 g/kg/KM olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin SÇK değerleri sırasıyla 6.8, 0.94, 0.89 ve 0.44 g/kg/KM olarak saptanmış, silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

SÇK değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 0.44 ile G9 en yüksek değeri 0.99 ile G1 ve G7, %35 KM için en düşük değeri 0.41 ile G12, 15 ve 18'de olduğu belirlenmiştir.

4.2.2.3. Serbest Amonyak Azotu (NH₃-N) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde NH₃-N değerleri %20 KM'de 61.91, %35 KM'de 81.22 g/kg/KM olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda NH₃-N değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 228.66, 14.47 ve 14.1 mg/dl olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin NH₃-N değerleri sırasıyla 71.57, 21.98, 12.04 ve 8.91 mg/dl olarak saptanmış, silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

NH₃-N değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 9.67 ile G6 en yüksek değeri 23.96 ile G1, %35 KM için en düşük değeri 7.49 ile G18 en yüksek değeri 20.74 ile G13 olarak belirlenmiştir.

4.2.2.4. Laktik Asit (LA) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde LA değerleri %35 KM'de 3.25 g/kg/KM, %20 KM'de ise tespit edilmemiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi LA değerlerinin ortalamaları sırasıyla; 34.7 ve 37.09 g/kg/KM olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda LA değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 29.74, 40.03 ve 39.97 g/kg/KM olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin LA değerleri sırasıyla 1.63, 24.23, 50.45 ve 44.43 g/kg/KM olarak saptanmış, silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

LA değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en yüksek değeri 49.71 g/kg/KM ile G5, %35 KM için en yüksek değeri 51.72 g/kg/KM ile G14 olduğu belirlenmiştir.

4.2.2.5. Asetik Asit (AA) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde AA değerleri %20 KM'de 0.87, %35 KM'de 1.68 g/kg/KM olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi AA değerlerinin ortalamaları sırasıyla; 16.51 ve 18.53 g/kg/KM olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda AA değerleri K, 50 ve 75 gruplarında sırasıyla 14.63, 19.43 ve 19.48 g/kg/KM olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin AA değerleri sırasıyla 1.27, 5.77, 30.25 ve 21.95 g/kg/KM olarak saptanmış, silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

AA değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en yüksek değeri 29.3 g/kg/KM ile G5, %35 KM için en yüksek değeri 31.73 g/kg/KM ile G14 olduğu belirlenmiştir.

4.2.2.6. Propiyonik Asit (PA) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde PA değerleri %35 KM'de 0.01 g/kg/KM, %20 KM'de ise tespit edilmemiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi PA değerlerinin ortalamaları sırasıyla; 0.28 ve 0.33 g/kg/KM olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin PA değerleri sırasıyla 0.01, 0.2, 0.42 ve 0.39 g/kg/KM olarak saptanmış, silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

PA değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en yüksek değeri 0.41 g/kg/KM ile G8, %35 KM için en yüksek değeri 0.47 g/kg/KM ile G14 olduğu belirlenmiştir.

4.2.2.7. Bütirik Asit (BA) Analizi

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde her iki kuru madde düzeyinde de BA tespit edilmemiştir.

Yem rneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi BA değerlerinin ortalamaları sırasıyla; 0.20 ve 0.18 g/kg/KM olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin BA değerleri sırasıyla 0.004, 0.35, 0.26 ve 0.32 g/kg/KM olarak saptanmış, silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

BA değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri 0.03 g/kg/KM ile G3, G6 ve G9’da, %35 KM için en düşük değeri 0.03 g/kg/KM ile G12, G15 ve G18’de olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.13. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin 90. gün aerobik stabilite ve toplam aflatoksin değerleri.

Ana Grup	Alt Grup	CO ₂ (g/kg KM)	Maya (log kob/ml-g)	Küf (log kob/ml-g)	Aflatoksin*** (µg/kg)			
					B1	B2	G1	G2
KM	%20	5.84±0.96	2.16±2.66	1.87±2.3	TE	TE	TE	TE
	%35	3.73±0.37	0.66±1.41	<2	TE	TE	TE	TE
OSH		0.062	0.416	0.359	0			
<i>P</i>		<0.001**	0.026*	0.003*	0			
Tanen	K	5.61±1.64 ^b	3.64±2.3 ^b	2.13±2.46 ^b	TE	TE	TE	TE
	50	4.50±0.85 ^a	<2 ^a	0.67±1.65 ^a	TE	TE	TE	TE
	75	4.25±1.0 ^a	0.59±1.46 ^a	<2 ^a	TE	TE	TE	TE
OSH		0.076	0.509	0.44	0			
<i>P</i>		<0.001**	<0.001**	0.015*	0			

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup,

OSH: Ortalamaların Standart Hatası, TE: Tespit Edilmemiştir

^{a, b}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, CO₂: Karbondioksit Oluşumu (g/kg/KM)

*** 90. gün silo örneklerinin hiçbirinde aflatoksin tespit edilmemiştir.

<2 : Tespit edilebilir değer log²'den küçüktür.

Tablo 4.14. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin 90. gün aerobik stabilite değerlerinde interaksiyon analizi.

Kuru Madde	Tanen	CO ₂ (g/kg KM)	Maya (log kob/ml-g)	Küf (log kob/ml-g)
%20	K	7.1±0.26 ^b	5.28±1.06 ^c	4.26±1.23 ^c
	50	5.27±0.23 ^a	<2 ^a	1.35±2.33 ^b
	75	5.17±0.15 ^a	1.19±2.06 ^b	<2 ^a
OSH		0.32	0.89	0.77
%35	K	4.13±0.23 ^c	1.99±1.99 ^b	<2
	50	3.73±0.06 ^b	<2 ^a	<2
	75	3.33±0.06 ^a	<2 ^a	<2
OSH		0.12	0.47	0
<i>P</i> (KM*T)		<0.001**	<0.001**	0.002*

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası, TE: Tespit Edilmemiştir, T: Tanen

^{a, b}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, CO₂: Karbondioksit Oluşumu (g/kg/KM)

<2 : Tespit edilebilir değer log²'den küçüktür.

4.2.3. Aerobik Stabilite (AS/CO₂) Analizi

Çalışmada kullanılan yem örneklerinin %20 ve %35 grup içi ölçülen CO₂ değerleri sırasıyla 5.84 ve 3.73 g/kg/KM tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Bu örneklerde ayrı ayrı maya ve küf ekimi gerçekleştirilmiştir. Yine aynı sıra ile maya ekiminde 2.16 ve 0.66 log kob/ml-g, küf 1.87 ve 0 log kob/ml-g olarak tespit edilmiş ve her iki değişkeni de istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yem örneklerine uygulanan tanen dozları ve herhangi bir katkı yapılmamış kontrol grubunda CO₂ değerleri sırasıyla 5.61, 4.5 ve 4.25 g/kg KM olarak tespit edilmiş, gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Tanen katkısı yapılmayan ve farklı doz katkısı yapılan gruplar aynı sıra ile; maya 3.64, 0 ve 0.59 log kob/ml-g, küf 2.13, 0.67 ve 0 log kob/ml-g olarak tespit edilmiştir. Uygulanan tanen dozları kontrol grubuna göre maya ($p<0.001$) ve küf değişkeninde ($p<0.05$) önemli bulunmuştur.

Bu analiz sadece 90. gün açılan silolara yapılmış olup çalışmanın kuru madde, doz ve gün interaksiyon analizine göre CO₂ değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p>0.05$).

4.2.4. Aflatoksin Analizi

90. gün silo açimleri ile alınan örneklerin hiçbirinde aflatoksin B₁, B₂, G₁ ve G₂ tespit edilmemiştir.

4.3. *in vitro* Organik Madde Sindirilebilirlik (IVOMS) Analizleri

Çalışmada *in vitro* organik madde sindirilebilirliği için alınan yem örneklerinden elde edilen verileri, uygulanan istatistiki metot gereği; ana faktör grupları olan kuru madde düzeyi, eklenen tanen konsantrasyonu ve açım günleri ortalamaları **Tablo 4.16**'da gösterilmiştir.

Ana faktörler ve alt gruplarının interaksiyon analizleri **Tablo 4.17**'de sunulmuştur. Uygulanan testler ortak olsa da herhangi bir katkı uygulanmaması nedeniyle başlangıç numunesi analizleri ayrı olarak **Tablo 4.15**'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Silolamada kullanılan yem örneklerinin başlangıç *in vitro* organik madde sindirilebilirlik (IVOMS) değerleri (% KM).

	IVOMS
%20 KM	74.26±0.9
%35 KM	78.34±0.68

KM: Kuru Madde, IVOMS: *in vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği (% KM)

Tablo 4.16. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin *in vitro* organik madde sindirilebilirlik (IVOMS) değerleri (% KM).

Ana Grup	Alt Grup	IVOMS (% KM)
KM	%20	76.18±1.37
	%35	78.03±1.16
OSH		0.138
P		<0.001**
Tanen	K	76.91±1.96
	50	77.23±1.34
	75	77.25±1.12
OSH		0.167
P		0.839
Gün	0	76.29±2.34 ^a
	2	78.03±1.63 ^b
	7	77.02±1.03 ^a
	90	76.54±1.33 ^a
OSH		0.363
P		<0.001**

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası

^{a-b}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, IVOMS: *in vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği (% KM)

Tablo 4.17. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin *in vitro* organik madde sindirilebilirlik (IVOMS) değerlerinde gruplar arası interaksiyon analizi (% KM).

KM	T	AG	GA	IVOMS
%20	K	2	G1	76.33±1.32
		7	G2	76.57±1.17
		90	G3	75.19±2.5
OSH				0.39
%20	50	2	G4	77.41±0.99 ^b
		7	G5	76.12±1.23 ^b
		90	G6	76.08±0.34 ^a
OSH				0.25
%20	75	2	G7	76.52±1.03
		7	G8	76.91±1.03
		90	G9	76.42±0.74
OSH				0.21
%35	K	2	G10	79.76±0.81 ^c
		7	G11	78.04±0.57 ^b
		90	G12	76.80±0.27 ^a
OSH				0.28
%35	50	2	G13	79.18±1.05 ^b
		7	G14	77.08±0.41 ^a
		90	G15	77.05±0.99 ^a
OSH				0.29
%35	75	2	G16	78.97±0.56 ^b
		7	G17	77.40±0.68 ^a
		90	G18	77.25±0.49 ^a
OSH				0.23
<i>P</i> (KM*T)				0.125
<i>P</i> (KM*G)				0.002*
<i>P</i> (T*G)				0.054
<i>P</i> (KM*T*G)				0.719

K: Kontrol, tanen eklenmemiş katkısız grup, 50: 50 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, 75: 75 g/kg/KM düzeyinde tanen eklenmiş grup, OSH: Ortalamaların Standart Hatası, T: Tanen, G: Gün

^{a-d}: Aynı sütunda KM/G/T genel grupları içerisinde farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur.

(*P<0.05, **P<0.001)

KM: Kuru Madde, IVOMS: *in vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği (% KM)

Çalışmanın başlangıç yem örneklerinde IVOMS değerleri %20 KM’de 74.26, %35 KM’de 78.34 olarak tespit edilmiştir.

Yem örneklerinin, %20 ve %35 ana grup içi IVOMS değerlerinin ortalamaları sırasıyla; %76.18 ve 78.03 olarak saptanmıştır. Çalışmanın farklı kuru madde düzeylerinin gruplar arası farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Ana grup gün parametresinde alınan örneklerin IVOMS değerleri sırasıyla %76.29, 78.03, 77.02 ve 76.54 olarak tespit edilmiştir. Silolamanın yapıldığı ilk gün (0), 2, 7 ve 90. günler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

IVOMS değişkeninin çalışma grupları içerisinde; %20 KM için en düşük değeri %75.19 ile G3 en yüksek değeri %77.41 ile G4, %35 KM için en düşük değeri %76.8 ile G12 en yüksek değeri %79.76 ile G10 olduğu belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Üretilen kaba yemlerin en uygun şekilde muhafaza edilmesi üretilen yemin kalitesini arttırmaktadır. İstenilen kaliteli ürün düzgün bir silolama işlemi ile sağlanabilmektedir. Özellikle baklagiller ile silaj yapmak, düşük suda çözünür karbonhidrat içeriği, yüksek tamponlama kapasitesi, genellikle protein içeriğinin yüksekliği ve silolama sırasında meydana gelebilecek proteolizis nedeniyle kaliteli ürün eldesini oldukça zorlaştırmaktadır (Wang ve ark., 2021).

Literatürde silaj yapılan yemlik şalgamın hasat zamanında ölçülen kuru madde düzeyleri çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada, yemlik şalgam bitkisinin soldurulmamış kuru madde düzeyi %20.43 olarak bulunmuş, Daş (2019) ilk deneme hasadında %18.17 ve Öztürk (2021) %19.68 ile buldukları KM düzeylerinden yüksektir. Özkan (2019) %20.06, Denen ve Malayoğlu (2022) %20.1, Yıldız ve ark. (2022) %20.12 KM düzeyleri ile benzer, Hart ve Horn (1987) %20.9, bitkisini çiçeklenme sonunda hasat eden Çetin (2017) %23.33, Daş (2019) ikinci denemesinde %26.64 ölçtükleri KM'den düşük olarak bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan silaj materyali, çiçeklenme zamanının tam kapsüllenme döneminde biçilmiştir. Yıldız ve ark. (2022) yemlik şalgamın biçim dönemleri üzerine yaptıkları bir silaj çalışmasında bu çalışma ile aynı dönemde biçilen yem kuru maddesini benzer bulmuştur. Hasat dönemine göre bitki kuru maddesi ve ham besin madde içeriklerinde meydana gelen değişimlerin yemlik şalgam bitkisinin türüne, hasat zamanındaki bitki vejetasyon dönemine, gübreleme işleminin yapılıp yapılmadığı gibi faktörler ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmanın yem örneklerinin, %20 ve %35 ana gruplarında ölçülen kuru madde değerleri sırasıyla %20.46 ve 35.26 olarak tespit edilmiştir. Bu durum grup içi kuru madde ortalamalarının kurulan hipotezde olduğu gibi sağlandığı bulunmuştur.

Tablo 4.3, KM interaksiyonunda %20 KM’de G3, G2 ve G1’e göre, %35 KM’de G12, G11 ve G10’a göre istatistiki olarak önemlilik bulunmuştur ($p<0.002$). Tablo 4.9 ve 12 interaksiyon tablolarında görüldüğü üzere tanen katkısı yapılmayan gruplar, tanen ilave edilmiş gruplara göre daha düşük LA miktarına ve TLAB sayısına, daha yüksek pH ve $\text{NH}_3\text{-N}$ miktarına sahiptir. Verilere göre, tanen katkısı yapılmayan grupta fermentasyon kalitesi kötü etkilenecek kuru madde kaybına sebebiyet verdiği tahmin edilmektedir.

Çalışmada kullanılan yemlik şalgamda %11.71 HK ile Yıldız ve ark. (2022) %7.71, Öztürk (2021) %7.78, Gümüş ve ark. (2020) köke uzak kısımda %8.39, Daş (2019) ilk deneme %8.81, Denen ve Malayoğlu (2022) %9.62, Özkan (2019) %9.65, Çetin (2017) %10.04 verilerinden yüksek olarak bulunmuştur. Gümüş ve ark. (2020) köke yakın aldıkları örneklerde bildirdikleri %11.74 bulgusu ile benzer, Daş (2019) %13.35 ikinci deneme bulgusundan düşük bulunmuştur. Soldurulan yem örneğinde bulunan %12.63 HK ile soldurma işlemi uygulamış Öztürk (2021) %8.32, Denen ve Malayoğlu (2022) %9.99 bulgularının olduğu çalışmalardan ise yüksek bulunmuştur.

Karşılaştırılan çalışma örneklerinde ham kül değişkeni arasındaki farklar silolama için kullanılan silaj materyalinin yetiştiği toprak, bitkinin vejetasyon dönemi, bitki tohumunun genetik özelliklerinden kaynaklanıyor olabilir (Levendoğlu ve Karşlı, 2010; Osborn ve ark., 1997; Rao ve Horn, 1986; Ramchiary ve Lim, 2011).

Ham kül değerleri arasındaki farklılığın açıklanmasında birkaç farklı görüş mevcuttur. Silajlarda ikincil fermentasyona sebep olan silaj kirletici mikroorganizmalar, yatmamış yani dik duran silaj materyalinden biçilerek yapılırsa bulunma riski de azalmaktadır. Bu iki grup kirletici mikroorganizma genellikle toprak ve gübre kökenli olarak bildirilmiştir (Östling ve Lindgren, 1991; Rammer ve ark., 1994). Hatta eğer ekinlere hayvan gübresi kullanılmamış ve o arazide hayvan otlatılmamışsa ayakta duran ürünlerde kontaminant mikroorganizmaların varlığının tespit edilebilir sınırların altında olduğu bildirilmiştir (Adler ve Lew, 1995). Silajın kontaminant mikroorganizmalar ile kontaminasyonu bu nedenle hasat sırasında biçer makinanın yere yakınlığı ile doğrudan ilişkilidir. Bu silajı tüketen hayvanlar dışkı ile

doğaya kontaminant mikroorganizmaların kendisini ve sporlarını saçarak kirlenmeye katkıda bulunmaktadır (Pahlow ve ark., 2003).

Bahsedilen durumlarda biçim yüksekliğine bağlı olarak silaj materyaline toprak karışması ham kül oranını yükselten bir sebeptir (Khan ve ark., 2007). Gümüş ve ark. (2020), bitki kök kısmına yakın aldıkları örnekler (Gümüş ve ark., 2020) ile çalışma bulgularının benzer olduğu görülmüş, yere yakın yapılan biçimin silaj materyaline toprak karışma ihtimali bulunmaktadır.

Toprak ile bulaş sonucu olası kontaminant mikroorganizmaların fermentasyonu HP/gün değişkeninde tartışılmış olup SÇK, LA, BA/gün ve mikotoksin analizlerine bakılarak silaj fermentasyonunu etkilemeyecek düzeyde olması olasıdır. İyi bir silolama ve kaliteli bir silaj eldesi için yapılabilecek en kolay uygulamalardan biri silajı iyi sıkıştırmaktır. İyi sıkıştırılan bir silaj parçacık büyüklüğü kuru madde miktarı ile uyumlu ise bulaş olsa dahi silo içerisinde anaerobik ortamın hızlıca sağlanarak üretilen laktik asidin koruyucu etkileri görüleceği bildirilmiştir (Franco ve ark., 2022). Çalışma silolarının iyi sıkıştırılmış olması da bu konuda avantaj sağlıyor olabilir.

Çalışmanın HK, HP değerlerinde %20 ve %35 KM grupları arasında tespit edilen istatistiki önem ($p < 0.001$), soldurma işlemi ile gerçekleşen %'lik hesaplama sebebi ile gerçekleşmiş olabilir. Nitekim literatürde; Öztürk (2021), Denen ve Malayoğlu (2022), Akbay ve ark. (2023) yaptıkları çalışmalarda soldurma işlemi gerçekleştirdikleri yem bitkilerinde benzer değişkenlikler buldukları görülmektedir (Akbay ve ark., 2023; Denen ve Malayoglu, 2022; Öztürk, 2021). Bu önem Tablo 4.3 interaksiyon analizinde görülmemekte, $KM * G$ ve $KM * T * G$ değerliklerinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Öte yandan, silo hazırlığı sırasında taze biçilmiş silaj materyali Balıkesir ili Bigadiç ilçesi Çömlekçi mevkiinde bulunan Balıkesir Üniversitesi Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezine getirildiğinde dirgen ve el yordamıyla karıştırılarak serilmiş ardından kuru madde ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar homojeniteye dikkat edilse dahi ilk kurulan %20 KM çalışma grubu ardından soldurma işlemi gerçekleştirilmiş, soldurulan silaj materyali ile kurulan %35 KM

silolar tesadüfi olarak altta kalmış silaj materyali ile hazırlanmış olabilir. Getirilen silaj materyalinin fazlalığı (300 kg) ve işlemin yapıldığı örtünün büyüklüğü (2 adet 4x5 naylon muşamba) ihtimali azaltsa dahi sıfırlanamamaktadır.

Toprak ile bulaş ihtimali Tablo 4.7’de ifade edilen TAMB ve MK değerlerinin birbirinden çok farklı olmaması, Tablo 4.9’da TAMB değerler değişimlerinin 2 ve 7. gün parametrelerinde gruplar arasında büyük farklılıklarının olmaması ayrıca elde edilen pH değerlerinin bütün gruplarda istenilen baklagil silaj değerleri (Rondahl ve ark., 2011) içerisinde olması nedeniyle gerçekleşse dahi silaj kalitesine çok büyük bir etkisinin olmadığı belirtilebilir.

Çalışmanın yemlik şalgam ham protein değerleri %20 KM’li başlangıç grubunda %8.54 olarak bulunmuş ve literatürdeki diğer yemlik şalgam bitkisi bulguları ile karşılaştırıldığında Öztürk (2021) %8.54, Yıldız ve ark. (2022) %8.57 ile benzer, Daş (2019), ilk denemesinde %9.83 ikincide %15.13, Özkan (2019) %12.53, Denen ve Malayoğlu (2022) %13.2, Hart ve Horn (1987) %15, Çetin (2017) %18.28 HP bulgularından düşük olarak tespit edilmiştir. Soldurma işlemi gerçekleştiren %35 KM’li grupta bulunan %9.35 bulgusu, Öztürk (2021) %9.12 HP oranı ile benzer, Denen ve Malayoğlu (2022)’nin %14.1 HP verisinden düşük olduğu bulunmuştur.

Başaran ve ark. (2014), yaptıkları zirai bir çalışmada yarı çiçeklenme dönemi ve tam çiçeklenme dönemi olarak iki farklı dönemde hasat ettikleri yemlik şalgam bitkisini yoncaya eşlikçi/yan yana/tozlaştırıcı olarak yetiştirmişlerdir. Literatürde bahsedildiği gibi yemlik şalgam bitkisinin %24.2 gibi görece yüksek protein oranını yarı çiçeklenme döneminde, %14.9 tam çiçeklenme döneminde tespit etmişlerdir. Araştırmacı, bitkinin vejetatif döneminin ham protein miktarı üzerine etkili olduğunu ifade etmiştir (Başaran ve ark., 2014).

Yüksek bitkilerde kök, sap ve yaprakların oluşumu ile belirli bir süre serbest büyüme devam eder bu dönem vejetatif büyüme olarak adlandırılır. Ardından üreme organı olan çiçekler ve tohumların oluşumu başlar. Bu döneme generatif büyüme adı verilir. Generatif dönem çiçeklenme ve meyvelenme olarak kabaca iki bölüme ayrılabilir. Özellikle ham protein içeriği ile öne çıkan yem bitkilerinde gelişme dönemlerinin geçişinde, (generatif dönem başlangıcında) ham protein oranları ve

verimlerinin azaldığı bildirilmiştir (Ayhan ve ark., 2004). Başlangıç protein varlığının azlığı bu sebepten olabileceği de ihtimaller dahilindedir. Diğer bir yandan bu farklılıkların nedeni yemlik şalgam bitkisinin ekildiği toprağın fiziki, kimyasal yapısının farklılığı veya ekilen tohumun genetik materyal özelliklerinden de kaynaklanıyor (Levendoğlu ve Karslı, 2010; Osborn ve ark., 1997; Rao ve Horn, 1986; Ramchiary ve Lim, 2011) olabilir.

Bunların yanı sıra yapılan silolama işlemlerinde en büyük problemlerden biri proteolizistir (Jayanegara ve ark., 2019). Bitki içeriğinde bulunan proteazlar, silolama başlangıcında bitkideki epifitik mikroorganizmalar, kontaminant mikroorganizmaların sebep olabileceği ikincil fermentasyon proteolizis miktarını arttırabilmektedir (Ali ve ark., 2020). Çalışmanın HP/gün değişkeni incelendiğinde 0. gün HP oranı 2 ve 7. günler ile benzer fakat 90. güne doğru istatistiksel olarak önemli ($p<0.001$) bir düşüş göstermiştir. Yemlik şalgamın da dahil olduğu baklagiller ailesi, yapı itibarı ile kolay fermente edilebilir suda çözünebilir karbonhidrat içeriği olarak düşüktür (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002). Çalışmanın SÇK/gün bulgusunda 0 ile 90. gün arasında tespit edilen SÇK miktarının istatistiki olarak önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.001$).

Baklagillerdeki SÇK miktarının düşük olması laktik asit bakterileri tarafından kullanılabilir materyal miktarını azaltmakta, bu durum üretilecek olan laktik asit miktarını düşürmektedir (Bolsen ve ark., 1996). Öncelikli olarak laktik asit üretimini gerçekleştiren toplam laktik asit bakteri (TLAB) sayımları incelendiğinde istatistiki olarak bir önemlilik görülmektedir ($p<0.001$). Dolayısı ile çalışmanın üretilen laktik asit/gün bulgusunda istatistiki olarak önemli bir artış söz konusudur ($p<0.001$). Çalışmanın HP/gün değişkeninde 7 ile 90. günler arasında gözlemlenen düşüşün yine TLAB/gün ve LA/gün değişkeni ile örtüşüyor olması ortamda kolay fermente edilebilecek ürün kalmaması sonucu laktik asit bakterisi/laktik asit üretiminin düşmesinden kaynaklanabilir.

Yeterli laktik asit oluşmaması, ikincil fermentasyon gelişimine neden olarak proteolitik mikroorganizmaların siloda baskın tür haline gelerek proteinlerin aminoasit ve peptitlerini deaminasyon ve dekarboksilasyon yolu ile metabolize edilerek son ürün amonyak oluşmasına neden olacaktır (Davidson ve Stevenson, 1973). Amonyak oluşumu ise pH düşüşüne engel olacaktır (Jayanegara ve ark., 2019). İkincil

fermentasyon tespiti için pH ve serbest amonyak azotu değişkenlerinin iyi birer indikatör olduğu bildirilmiştir (Ferraretto ve ark., 2015). Çalışmanın pH/gün bulgularına bakılınca istatistiki olarak bir düşüşü desteklediği önemlilik gözlenmektedir ($p<0.001$). Aynı durum çalışmanın $\text{NH}_3\text{-N/gün}$ değerlendirmesinde de geçerli olduğu düzenli bir azalma göze çarpmakta fakat sıfırlanmamaktadır ($p<0.001$). Laktik asit varlığının yanı sıra kontaminant ve diğer fırsatçı mikroorganizmalar ikincil bir fermentasyon durumunda laktik asit üretimini engellemenin yanı sıra laktik asidi kullanarak son ürün bütirik asit üretmektedir (Rooke ve Hatfield, 2003). Çalışmanın bütirik asit/gün değişkenine bakıldığında 90. gün ölçülen bütirik asit değeri pik gün olan 2. Günden daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Diğer yandan çalışmada yapılan mikotoksin analiz sonuçlarına göre de herhangi bir aflatoksin varlığına rastlanmamıştır.

Tablo 4.3 HP interaksiyonunda %20 ve %35 KM, 75 g/kg/KM eklenen gruplar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu gruplarda görülen HP düşüşü 50 g'a göre mikrobiyal yük üzerine etki ederek proteolize sebep olmuş olabilir. Diğer bir yandan bu duruma sebebiyet verebilecek TAMB, TLAB, MK ve organik asit değerlerinde önemlilik tespit edilmemesi ($p>0.05$) veriyi anlamlandırmayı zorlaştırmaktadır. Literatürde bildirildiği üzere, tanenin biyokimyasal süreçlerde kimi zaman değişken bir rol oynaması (Jayanegara ve ark., 2019; Patra ve Saxena, 2011; Rodriguez ve ark., 2014) çalışmada uygulanan testler ile bu durumun çözümlemesini sınırlandırmaktadır.

pH ve laktik asit bulguları ile HP/gün değişkeninde meydana gelen ham protein düşüşü hasat ile beraber bitki ile gelen epifitik mikroorganizmaların proteaz veya peptidaz aktivitesinden kaynaklanması (Carpintero ve ark., 1979), genel fermentasyon kalitesinde büyük bir etkisinin olmadığı gösterilebilir.

Çalışmanın ham yağ değişkeni literatürdeki diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında Öztürk (2021) %1.43 ile çalışmanın %20 ve %35 KM gruplarında elde edilen veriler ile (%1.46) benzer, Özkan (2019) %2.92, Yıldız ve ark. (2022) %3.21 ile çalışma bulgularından düşük bulunmuştur.

Literatürdeki yemlik şalgam silajlarında ham selüloz analizi yapılmış çalışmalar karşılaştırıldığında Özkan (2019) %35.12, Denen ve Malayoğlu (2022) %34.95 ile çalışmanın %20 KM (%34.47) grubundan, Denen ve Malayoğlu (2022)'nın soldurma işlemi uygulanmış grubu (%34.56) soldurma uygulanmış %35 KM grubu ile (%34.4) benzer olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın yemlik şalgam başlangıç %20 KM grubunda %46.66 olarak tespit edilen NDF düzeyi, Çetin (2017) %42.08, Özkan (2019) %41.05 bulgularından yüksek bulunmuştur. Yıldız ve ark. (2022) %49.05, Daş (2019) ilk deneme %50.24, ikinci deneme %57.06, Denen ve Malayoğlu (2022) %50.75, Öztürk (2021) %51.34, Yavuz (2022) %55.68 bulguları ile çalışma verilerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın soldurma yapılmış %35 KM grubunda %48.62 bulunmuş, Öztürk (2021) %50.12, Denen ve Malayoğlu (2022) %50.63 ile çalışmalarından düşük olarak bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan yemlik şalgamın %20 KM başlangıç ADF değeri %44.55 olarak ölçülmüş, Çetin (2017) %30.5, Özkan (2019) %27.62, Yavuz (2022) %31.03, Yıldız ve ark. (2022) %36.09, Öztürk (2021) %40.02, Denen ve Malayoğlu (2022) %41.61 bulgularından yüksek olarak tespit edilmiştir. Soldurma işlemi yapılan %35 KM grubunda ADF %44.52 olarak belirlenmiş, Öztürk (2021) %38.8, Denen ve Malayoğlu (2022) %40.3 ile soldurarak yaptıkları silaj çalışma değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur (Çetin, 2017; Daş, 2019; Denen ve Malayoglu, 2022; Özkan, 2019; Öztürk, 2021; Yavuz, 2022; Yıldız ve ark., 2022).

Çalışmanın %20 KM değerinde ADL %14.51 olarak bulunmuş, Denen ve Malayoğlu (2022) %13.77 bulgusundan yüksek olarak bulunmuştur.

Bolsen ve ark. (1996), iyi bir silaj özelliklerinden bahsederken silolanan materyalin kuru madde, kolay fermente edilebilir karbonhidrat içeriği ve tampon kapasitesinin önemine vurgu yapmışlardır (Bolsen ve ark., 1996). Siloda fermentasyon aşamasının başlaması, iyi sıkıştırılmış bir silajda oksijenin ortamdaki kaybolması, laktik asit bakterileri tarafından SÇK'nın önemli ölçüde laktik aside dönüştürmesinin yanı sıra bir miktar asetik asit, etanol, CO₂ ve birkaç ufak metabolit oluşumu izler. Aslında bu durum biraz daha incelikli bir işlemdir. Silolamanın ikinci aşaması olan

fermentasyon fazı; homofermentatif ve heterofermentatif iki farklı tür mikroorganizmayı içermektedir (Muck ve ark., 2018). Bu fazı takip eden durağan (stabil) faz ortamda oluşan laktik asit hakimiyeti sayesinde asit toleranslı enzim ve mikroorganizmaların işlev görmesine olanak tanımaktadır. Bitki hücresinin karbonhidrat özellikli yapısal birimleri ortamın asidik karakterine maruz kalması ile yavaş bir hidroliz görülebilmektedir. Ortamın laktik asit karakteri özellikle uzun süre muhafaza edilen silajlarda kalıntı suda çözünebilir karbonhidrat kaynakları oluşturarak silo ortamının korunmasını sağlayabilmektedir (Pahlow ve ark., 2003).

Tablo 4.3 ham besin madde interaksiyon analizlerinde gruplar arası HS, NDF, ADF, ADL, HC, C ve NÖM parametrelerinde herhangi bir istatistiki önem belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Çalışmada kullanılan silaj materyalinde analiz edilen ham besin madde verilerine göre hesaplanan enerji değerleri arasında istatistiki olarak bir önemlilik bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmanın hemiselüloz, selüloz değerleri NDF, ADF ve ADL değerlerinden (Close ve Menke, 1986), azotsuz (nitrojensiz) öz madde miktarları ise KM, HP, HY, HS, HK değerleri ile hesaplanarak (Karabulut ve Canbolat, 2005) elde edilmiştir. Bu durum ham besin madde analizlerinde HS, NDF, ADF, ADL, HC, C ve NÖM gibi hesaplama kullanılan parametrelerde herhangi bir önem tespit edilmemiş ($p>0.05$) olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmanın %20 KM’de %4.12 hemiselüloz ve %30.04 selüloz değeri bulunmuş, Denen ve Malayoğlu (2022)’nin sırası ile %9.14 ve %27.84 bulgularından hemiselüloz değerinden düşük, selüloz (%30.04) değerinden yüksek bulunmuştur.

Çalışmanın hemiselüloz değerlerinde istatistiki olarak önemlilik gözlenmezken ($p>0.05$) bu durum tanenlerin bakteriyel hücre duvarında hemiselülaz etkinliğini azaltmasından (Van Soest, 1994) kaynaklanıyor olabilir. Daha önce yapılmış çalışmalar (Hervás ve ark., 2003) tanenlerin hemiselüloz sindirimini azalttığını ifade ederek bu durumu pekiştirmektedir. Hücre duvarının yıkımında ana gruplar olarak değerlendirildiğinde selüloz/gün değişkeninde önemlilik görülmektedir ($p<0.001$). Tablo 4.3 C interaksiyon değişkeninde ise herhangi bir önemlilik bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu durum Tablo 4.12’te SÇK bulgusu ile de anlamlıdır.

Silaj ortamında SÇK miktarının mikroorganizmalar tarafından tüketilmesi sonucu enerji ihtiyacı oluşmaktadır. Glikoz bazlı polimer yapılı selüloz, hücre duvarının %30 ile %70'ini oluşturan yapısal bir polisakkarittir. Hücre duvarı matriksini oluşturan bütün yapısal polisakkaritler heteropolimer yapılıdır. Heteropolimer, birçok farklı bağ ile birbirine bağlı yapılara verilen isimdir. Bu nedenler hücre duvarının heteropolimer yapısının biyobozunumu birçok farklı enzimatik aktivitenin gerçekleşmesine bağlıdır (Harris ve Stone, 2009). İşleyişin zorluğuna rağmen yapısal karbonhidratlar da enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Eksellobiyohidrolaz enzimi sellobiyoz birimlerini serbest bırakmaktadır. Laktik asit bakterileri sadece basit şekerleri ve sükroz, maltoz gibi disakkaritleri metabolize edebilmektedir. Yedek karbonhidratlar olarak adlandırılan fruktanlar da önemli enerji kaynaklarıdır. Nişasta gibi büyük molekülleri parçalayacak enzimlerden (*L. amylovorus* gibi sınırlı suşlar hariç) yoksundurlar. Bu mekanizma gerçekleşmiş olabilir ve çalışmada selülozun hidrolizini anlamlandırmaktadır. Yapısal karbonhidratların HS, NDF, ADF/gün değişkeninde 90. gün bulgularında meydana gelen düşüşün selüloz verilerinden kaynaklandığı C/90. gün ($p<0.001$) sütununda görülmektedir. Hemiselüloz değişkeni ise istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) olarak tespit edilmiş olup hidrolize edilmemiş olabilir. Bahsedilen değişkenler interaksiyon tablolarında önemsiz olarak belirlenmişlerdir. Fakat SÇK'nın Tablo 4.12'teki her grup için açım günlerindeki düşüşü, pH muhafazası ve LA devamlılığının yukarıda bahsedilen yollar ile mikrobiyal besin ihtiyacının karşılanarak sağlanıyor olabilir.

Çalışmanın ham besin madde analizlerini içeren değişkenlerin hiçbirinde tanen değişkeninin istatistiki olarak önemli bulunmaması ($p>0.05$) tanen içerisinde bulunan serbest fenolik grupların özellikle hücre duvarının lif yapısında karbonhidrat kökenli makromoleküller ile oluşturduğu hidrojen bağlarının yıkımını güçleştirilmesi (Silanikove ve ark., 2001) nedeniyle olabilir.

Çalışmanın NÖM bulgusu %20 KM'de %41.03 olarak bulunmuş, Özkan (2019) %32.25 bulgusundan yüksektir. NÖM değişkeni, silaj materyalinin sindirilemeyen kısmından oluşan ham kül özelliklerinden geri kalan organik materyalin içerisindeki temel besin maddelerinden biridir. Nişasta, basit şekerler, glikojen, inülin, pektin gibi çeşitli bileşiklerden oluşmaktadır. Gerçek kuru madde

miktarından HP, HY, HS, HK değerlerinin çıkarılması ile hesaplanmıştır (Bernardes ve ark., 2018). Bu çalışmada elde edilen NÖM/KM bulgusunun %35 KM grubunda görülen istatistiki önemliliği ($p<0.001$), soldurmanın etkisi ile artan mikrobiyal aktivitenin sonucunda gerçekleşmiş olabilir. TAMB, TLAB/KM değişkenlerinde görülen %35 KM’de bulunan istatistiki önem de bu durumu destekler niteliktedir. Öte yandan NÖM değerinin hesaplama ile oluşturulmuş bir değer olması hesaplamada kullanılan HK değerinin soldurulan %35 KM grubunda yüksek çıkmasından kaynaklanıyor olabilir.

Yemlik şalgam silajlarında metabolik enerji değerleri Kirchgessner ve ark. (1977)’lerinin belirttiği şekilde hesaplanmıştır (Kirchgessner ve ark., 1977). SE için çalışmanın %20 KM grubunda 2.56 Mcal/kg/KM bulunmuş, Öztürk (2021) 2.55 Mcal/kg/KM ve Yıldız ve ark. (2022) 2.74 Mcal/kg/KM bulgusu ile benzerdir. Özkan (2019) 2.95 Mcal/kg/KM bulgusundan ise düşüktür.

ME değerleri için çalışmanın %20 KM grubunda 2.13 Mcal/kg/KM il Öztürk (2021) 2.1 Mcal/kg/KM ile benzer, Yıldız ve ark. (2022) 2.25 Mcal/kg/KM, Özkan (2019) 2.35 Mcal/kg/KM bulgularından düşük olarak belirlenmiştir.

NE_L değerleri için çalışmanın %20 KM grubunda 1.3 Mcal/kg/KM ile Öztürk (2021) 1.3 Mcal/kg/KM, Yıldız ve ark. (2022) 1.4 Mcal/kg/KM, Özkan (2019) 1.47 Mcal/kg/KM bulguları ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Soldurma yapılmış %35 KM SE,ME ve NE_L sonuçları sırası ile 2.61, 2.14, 1.33 Mcal/kg/KM bulunmuş yemlik şalgamda soldurma işlemi yapan Öztürk (2021) sırası ile 2.61, 2.14, 1.33 Mcal/kg/KM ile çalışmanın bulgularına benzer sonuçlar bulmuştur. Nursoy ve ark. (2018)’de yemlik şalgam sınıfında bulunan şalgam kolzası ile yaptıkları bir çalışmada ME 2.38 Mcal/kg/KM, NE_L 1.48 Mcal/kg/KM değerleri ile çalışmanın bulgularından yüksek bulunmuştur (Nursoy ve ark., 2018).

Çalışmanın ham besin madde bulguları ile literatürdeki diğer çalışmalar karşılaştırıldığında aynı bitki türleri arasında büyük farklılıklar görülebilmektedir. Bu durum genellikle coğrafi konum, toprak yapısı ve kimyası, bitkinin vejetasyon

durumu, tohum ekim zamanı gibi birçok farklı nedene bağlı olabileceği de çalışmacılar tarafından ifade edilmiştir (Westwood ve Mulcock, 2012).

Fermentasyonun seyrinin izlenmesi için en önemli belirteçlerden biri pH değerleridir. Çalışmanın pH değerleri arasında en düşük 4.26 ile G15 grubunda bulunmuş bu değer, Yıldız ve ark. (2022) 3.71, Çetin (2017) 3.8, Öztürk (2021) 4.01, Denen ve Malayoğlu (2022) 4.03 bulgularından yüksek, Özkan (2019) 4.2, Daş (2019) %3 melas ilave edilmiş grupta 4.22 bulguları ile benzer bulunmuştur.

İyi bir silajın yapılabilmesi için en önemli şartlardan biri hızlı bir pH düşüşünün gerçekleşmesidir. Silajlarda pH ölçülerek fermentasyonun takibine dair en düşük maliyetle kaliteli veriler toplanabilmektedir (Seglar, 2003). Silolanan bitki materyalleri ilk biçildiğinde 6-7 pH sınırındadır. Bitki kuru madde, SÇK, laktik asit bakteri popülasyon miktarına bağlı olarak düşüş meydana gelir (Kung, 2018). Baklagil yem bitkileri içeriğinde bulunan su, protein varlığı gibi nedenlerle tamponlama kapasitesinin yüksek oluşu buğdaygil yem bitkilerine göre silo pH düşüşüne direnç gösterir ve daha fazla laktik asit miktarına ihtiyaç duyar (McDonald ve ark., 1991). Kaliteli bir silaj pH'sının 3.5-4.2 aralığında olması bildirilse de baklagil silajları için pH'nın 4.0-5.0 arasında olması iyi bir fermentasyon için yeterli olacağı bildirilmiştir (Rondahl ve ark., 2011). Tablo 4.12'te gösterildiği üzere bulgular, çalışmanın bütün alt gruplarında bahsedilen aralıkta bulunmaktadır.

Çalışmanın pH/Tanen değişken önemliliği ($p<0.001$) tanenin özellikle aerobik mikroorganizmalar üzerine olan antimikrobiyal etkisi (Daglia, 2012) nedeniyle gerçekleşmiş, laktik asit bakterilerine yarışmacı ortamda avantaj sağlaması yoluyla olabilir. LA/Tanen, TAMB/Tanen ve TLAB/Tanen değişkenlerinin önemliliği ($p<0.001$) bu görüşü destekler niteliktedir.

Suda çözünebilir karbonhidrat içeriği silo içerisindeki mikroorganizmalar için kolay bulunabilir besin görevi görmektedir. Çalışmanın %20 KM grubunda 5.65 g/kg/KM bulunmuş, Denen ve Malayoğlu (2022) 9.94 g/kg/KM bulgusundan düşük olarak tespit edilmiştir.

Baklagil bitkilerinin besin içeriğinde kolay eriyebilir karbonhidrat yani şeker içerikleri düşüktür (Plaizier, 2004). Literatürde yapılan birçok çalışma baklagil yem bitkilerini silolarken SÇK katkısı ya da daha uzun silolama süreleri önermiştir (Kung, 2018). Baklagillerin olgunluk aşamasını geçirmeden hasat edilerek soldurulması SÇK miktarını arttıran önerilmiş başka bir metottur (Playne ve McDonald, 1966). Çalışmanın SÇK/KM değişkeninin istatistiki önemi ($p<0.001$) bu nedenden kaynaklanıyor olabilir. SÇK/gün değişkenin 0. günden 90. güne olan değişiminin (6.68/0.44 g/kg/KM) istatistiki önemi TAMB,TLAB/gün değişkenin önemi ile uyuyor olması ($p<0.001$) SÇK gibi kolay fermente edilebilir karbonhidratların mikrobiyal faaliyette kullanılmış olması olasıdır.

İyi ve kaliteli bir silajda suda çözünebilir karbonhidrat miktarı laktik asit üretimi ve laktik asit bakterileri için en önemli monosakkaritlerdir. Polisakkarit yapılı hücre duvarı bileşikleri ve diğer polisakkaritler de monosakkaritlere parçalanarak enerji metabolizmasında kullanılabilir. Fakat bu durumun en belirleyici kısmı siloda istenilen fermentasyonun oluşturulmaya çalışıldığı zamanda fermente edilebilir substratlara dönüştürülmesidir. Kompleks karbonhidratların parçalanmasında genel olarak 4 enzim sınıfı bulunmaktadır. Bunlar endo, ekzo, glikosidaz ve dallanmayı parçalayan hidrolazlar olarak adlandırılabilirler (Matheson ve McClearly, 1995). Yapısal karbonhidratlar fermente edilebilir karbonhidratlar içerisinde küçük ama yine de hidrolize edilerek kullanılabilen bir kısmını oluşturmaktadır. Aslında bitki hücre duvar hidrolazları bitki hücresinde epifitik olarak belirli dokularda bulunmaktadır. Bu dokular genellikle yaprak kopma bölgeleri, meyve gelişim bölgeleri gibi yerlerden oluşmaktadır. Sebebi de büyümenin teşvik edilirken yapım olaylarının gerçekleşebilmesidir (Fry, 1985). Yapısal bağların çokluğundan dolayı hücre duvarını tamamen hidrolize eden bir enzim yapısal olarak bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar, hâkim laktik asit bakteri popülasyonunda ve laktik asit varlığında siloda oluşan asidik ortamda uzun süreli başarılı bir silolama ile az miktarda monosakkarit, disakkarit, oligosakkarit varlığı tespit edilmiştir. Fruktosil bağlarının özellikle aside duyarlı olması fruktan bozunmasında önemli bir yer tutmaktadır (McDonald ve ark., 1991; Morrison, 1979; Rooke ve Hatfield, 2003). Hücre duvarının iyi bir silolama ile mikroorganizmalar için daha kullanışlı enerji kaynaklarına hidrolize olması HS,NDF,ADF/gün değişkeninde değişikliğe neden olmuş olabilir.

Çalışmanın %20 KM grubunda 61.91 mg/dl olarak tespit edilen $\text{NH}_3\text{-N}$, Yıldız ve ark. (2022) 83.56 mg/dl olarak bulunmuş ve çalışma bulgusundan yüksektir.

Serbest amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) silajlarda proteolizisin bir göstergesidir. Silajların proteolizis işlemi pH'nın 6-7'den 4 sınırına inmesine kadar devam eder. Bu işlem genellikle aminoasit, şeker ve organik asitleri, bütirik asit ve türevlerine çeviren ikincil fermentör mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Doğası gereği silaj içerisinde kuru madde kaybına, SÇK ve organik madde sindirilebilirliğin düşüşüne neden olmaktadır (Bolsen ve ark., 1996). Baklagil silajlarının halihazırda düşük olan SÇK içeriği nedeniyle laktik asit yeterli üretilemezse proteolizis kaçınılmaz hale gelmektedir (Kung, 2010). Silo içerisinde pH'nın 4'ün altına inmesi ile proteolizisin tamamen durduğu bildirilmiştir (Peterson ve ark., 1935). Çalışma bulgularının pH verileri 4'ün altına düşmediği için $\text{NH}_3\text{-N}$ /gün değişkeni 0. günden 90. güne istatistiki olarak önemli ($p<0.001$) bir düşüş sergilese de tamamen bitmemiştir.

Tablo 4.12 $\text{NH}_3\text{-N}$ interaksiyonunda her grubun açım günlerinde düzenli düşüş gösterdiği istatistiki KM^*G değişkeni olarak önemli bulunmuştur ($p<0.001$). İlgili diğer değişkenler göz önüne alındığında HP/gün, LA/gün, MK/gün ve Mikotoksin analizi değişkenleri genel fermentasyon kalitesinde büyük bir etkisi olmamış olabilir.

Çalışmanın 90. Gün LA değeri 44.43 g/kg/KM bulunmuş, Daş (2019) 35.34 g/kg/KM, Denen ve Malayoğlu (2022) 40.84 g/kg/KM bulgularından yüksek, Özkan (2019) 57.27 g/kg/KM bulgusundan düşük olarak belirlenmiştir.

Siloların 90. gün AA değeri 21.95 g/kg/KM bulunmuş Denen ve Malayoğlu (2022) 9.06 g/kg/KM bulgusundan yüksek, Özkan (2019) 29.18 g/kg/KM, Daş (2019) 34.16 g/kg/KM bulgularından düşük olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın 90. gün PA değeri 0.39 g/kg/KM olarak bulunmuş, Daş (2019) 0.22 g/kg/KM bulgusunda düşüktür.

Siloların 90. gün BA değeri 0.32 g/kg/KM bulunmuş Denen ve Malayoğlu (2022) 0.15 g/kg/KM, Daş (2019) 0.8 g/kg/KM bulgularından yüksek olduğu belirlenmiştir.

İyi bir silajın en önemli göstergesi olan laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan ve silaja koruyucu özellik kazandıran bir organik asittir. Birincil olarak SÇK'ları kullanarak laktik asit üreten homofermentatif laktik asit bakterilerinin yanı sıra heterofermentatif laktik asit bakterileri laktik asitin yanı sıra asetik asit, CO₂, etil alkol gibi ikincil metabolitler üretirler (Blandino ve ark., 2003). Çalışmanın LA/KM değişkeni soldurma işlemi ile bir miktar suyu uçurularak %35 KM oranına getirilmiş olan silaj materyalinde laktik asit fermentasyonun daha iyi geliştiğini göstermektedir ($p<0.001$). Aynı şekilde TLAB/KM değişkeni de %35 KM düzeyinde daha fazla koloni oluşturarak bu görüşü desteklemektedir ($p<0.001$). Çalışmanın tanen uygulanan gruplarında LA/Tanen bulgusunun benzer ($p<0.001$) bulunması doz olarak farklılığın bulunmamasını tanenin polifenolik antimikrobiyal yapısının SÇK için yarışan diğer istenmeyen mikroorganizmaları engelleyerek SÇK için laktik asit bakterilerine avantaj sağlaması olasıdır. Çalışmanın LA/gün değişkeni için 0, 2, 7. günlerde artışın görüldüğü fakat 90. günde nicel varlık olarak düşüş şekillendiği ve bu bulgunun TLAB/gün değişkeni ile benzer olması tutarlıdır. Bulgunun böyle şekillenmesinin nedeni pH'nın 5'in altına düşmesi ile inaktif duruma geçen ikincil fermentör bakterilerin (Elferink ve ark., 2001), özellikle 90. gün SÇK değerlerinin düşmesi sonucu laktik asidi bakterilerinin laktik asit üretimini sürdürememesiyle bu güne kadar inaktif olan bu bakterilerin veya laktat kullanan mayaların laktik asidi tüketmeye (Kung, 2018) başlaması olasıdır.

Silaj içerisinde laktik asit bakterilerinin hüküm sürdüğü fermentasyon döneminde ikincil hâkim mikroorganizmalar Enterobacteriaceae ailesine ait üyeler, *Klostridial* bakterilerin inaktif sporları (Scudamore ve Livesey, 1998), maya ve küflerdir (Stryszewska ve Pyś, 2006). Özellikle Enterobacteriaceae ailesine ait mikroorganizmalar optimal olarak 6 pH'da bulunmaktadır. pH'nın 5'in altına düştükleri ortamda baskılanarak inaktif durumda kalırlar (Lin ve ark., 1992).

Enterobacteriaceae ailesine ait bakteriler, laktik asit bakterilerinden sonra kendi başına silolanmış bir silaj materyalinde en çok bulunan ikinci aile grubudur. Özellikleri ise öncelikli olarak asetik asit üretmesidir (Pahlow ve ark., 2003). Yine laktik asit bakterileri içerisinde bazı suşlar (Örn.; *L. buchneri*) orta miktar laktik asidi asetik aside anaerobik ortamda dönüştürebildiği ifade edilmiştir (Elferink ve ark., 2001). Yüksek kül içeriğine sahip ($>\%15/\text{KM}$) baklagil silajlarında tamponlama

kapasitesinin yüksekliği nedeniyle genellikle silolama süresinin uzatıldığı, bu durumun asetik asit konsantrasyonlarını yükseltebileceğini ifade etmiştir (Kung ve ark., 2018). Bu durum AA miktarının diğer çalışmalardan daha yüksek olmasının nedeni olabilir.

Çalışmanın bütirik asit bulguları BA/KM değişkeninde özellikle %35 KM grubunda düşük olması LA/KM ve TLAB/KM değişkeni ile ilişkili olması olasıdır. Diğer bir yandan silajlarda asetik asit miktarı mayaların çoğalmasının maya küf mikroorganizmaları üzerine inhibitör etki gösteren bir organik asit olarak bildirilmiştir (Elferink ve ark., 2000). Asetik asit iyi antifungal özelliklere sahiptir. Silajlarda maya-küf sayısını azalttığına dair literatürde birçok çalışma mevcuttur (Kleinschmit ve Kung, 2006; Reich ve Kung, 2010). Tanenlerin antioksidan kapasitesi yüksek flavanoid olması birçok mikroorganizma üzerine antimikrobiyal etki göstermesine neden olmaktadır. Bu durum maya-küf, fırsatçı bakteriler gibi mikroorganizmalar üzerine olan etkilerinden dolayı bütirik asit oluşumunu azaltacağı veya engelleyeceği ifade edilmiştir (Daglia, 2012; Mueller-Harvey, 2006). Bu çalışmanın bütirik asit üzerine tanen değişkeninin herhangi bir önemliliği bulunmamıştır. Bulgular neticesinde BA/gün değişkeninin istatistiki olarak önemli ($p < 0.001$) bir şekilde azaldığı düşünölmektedir. Çalışmanın MK/gün değişkeninin 90. Gün verisinde tespit edilememesi (0) de görüşü kuvvetlendiren bir katkıdır. Fakat serbest amonyak azotu proteolizis ilişkisi göz önüne alındığında proteolizisin pH 4'ün altına düşöldüğü takdirde tamamen durduğu (Peterson ve ark., 1935) belirtilmiş olup çalışmanın pH/gün değişkeninin 90. gün bulgusunda da göröldüğü üzere pH'nın 4'ün altına tamamen inememesi nedeniyle 90. gün örneklerinde hala bütirik asit saptanabilmektedir. Bu durum laktik asit düşöşü ile o zamana kadar inaktif halde bulunan olan ikincil fermentör mikroorganizmaların tekrardan aktiveşebilmesi nedeniyle olasıdır.

Çalışmanın mikrobiyolojik ekim değişkenlerinden toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), toplam laktik asit bakteri (TLAB) ve Maya-Küf (MK) sayımları sırasıyla; TAMB için; etin (2017) %3 melas ilaveli grubunda 3.3 log kob/ml-g bu çalışmanın 90. gün bulgusundan (4.43 log kob/ml-g) düşük, TLAB için; etin (2017) %3 melas ilaveli grubunda 2.2 log kob/ml-g, Denen ve Malayoğlu (2022) 4.01 log kob/ml-g bu çalışmanın 90. gün bulgusundan (4.99 log kob/ml-g) düşük, MK için;

Çetin (2017) %3 melas ilaveli grubunda 2.5 log kob/ml-g, Denen ve Malayoğlu (2022) 4.85 log kob/ml-g bu çalışmanın 90. gün bulgusunda tespit edilmemiştir.

Silaj kalitesinin takip edilebilmesi için epifitik mikroorganizma yükünün tespit edilebiliyor olması gerekmektedir. Bitki KM miktarı, vejetasyon dönemi, ortam sıcaklığı, nispi nem, UV radyasyon gibi değişkenlere bağlı olarak değişmekle beraber genellikle epifitik mikroorganizma yoğunluğu 1 ile 6 log kob/ml-g arasında değişmektedir (McDonald ve ark., 2010). Çalışmanın 0. gün bulgularının TAMB, TLAB, MK değerleri bu sınırlar içinde olduğu görülmektedir.

Silaj materyalinin silolanmadan önce suyunun bir miktar uçurularak KM düzeylerinin %35 sınırına getirilmesi de her nevi mikroorganizmanın üremesini teşvik ettiği bildirilmiştir (McDonald ve ark., 1991). Çalışmanın TAMB, TLAB, MK/KM değişkeninin istatistiki önemliliği ($p<0.001$) bu nedenden kaynaklanması olasıdır.

Epifitik laktik asit bakterileri, kendiliğinden fermentasyona bırakılan silo ürünleri için hayati öneme sahiptir. Bu mikroorganizmaların en büyük dezavantajı çeşit ve koloni sayısı bakımından çok büyük farklılıklar gösterebiliyor olmalarıdır. Çünkü bitkinin yetiştiği bölgeden, hasat mevsimine, vejetasyon dönemine kadar farklı nedenler mikroorganizma gelişimine etkide bulunur. Genellikle de maksimum veya optimal değerler bitkinin belirli olgunluk aşamasında olduğu, en düşük laktik asit bakteri sayısının serin veya soğuk havalarda olduğu ifade edilmiştir. (Bolsen ve ark., 1988; Muck, 1989).

Epifitik laktik asit bakterilerinin varlığı ve silolarda artışı, hasat inokülasyon fenomeni (chopper inoculation phenomenon) ile açıklanmaya çalışılmıştır (Pahlow ve ark., 1995; Woolford ve Pahlow, 1998). Bu ifade kendiliğinden silolanması için bırakılan silaj materyallerinde laktik asit bakteri sayılarında meydana gelen büyük artışın birçok nedeninin açıklaması için kullanılmaktadır (Stirling ve Whittenbury, 1963; Fenton, 1987). Laktik asit bakterileri, ortamda fermente edilebilir ürün kıtlığı, su varlığının az olması gibi bazı olumsuz çevre koşullarında şiddetine de bağlı olmak üzere diğer bazı mikroorganizmalara benzer metabolik uyku durumuna geçebileceği bildirilmiştir (Roszak ve Colwell, 1987). Biçerdöver gibi hasat makineleri bitkiyi biçerken yırtılmış bitki dokusundan ortama salınan süperoksit dismutaz, manganez

gibi bitkisel materyaller metabolik uyku durumundaki laktik asit bakterileri tarafından dahi kullanılabilir hale gelerek koloni sayılarını çoğaltmaktadır. Koloni sayılarında artış olsa dahi kültür edilemeyen laktik asit bakterileri olduğu ifade edilmiştir (Pahlow ve ark., 2003). Bu durum TLAB/gün değişkeninde SÇK içeriğinin varlığını belirtmektedir.

Bu çalışmada aerobik stabilite CO₂ tutulumu sonuçları %20 KM grubunda 7.1 g/kg/KM bulunmuş, Daş (2019) kontrol grubunda 6.26 g/kg/KM bulgusundan yüksek bulunmuştur. En düşük olarak G18 grubunda 3.33 g/kg/KM tespit edilmiş ve bu analizi uygulayan Daş (2019) çalışmasının en düşük değeri olan %15 buğday samanı+%3 melas kattıkları grupta buldukları 3.71 g/kg/KM değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir.

Aerobik stabilite silajın havaya maruz kaldıktan sonra ne kadar süre bozulmadan kalabileceğini tanımlamak için uygulanan bir analiz yöntemidir. Baklagil silajları yüksek tamponlama kapasitesi nedeniyle buğdaygil silajlarına göre daha düşük aerobik stabilite direncine sahiptir (Kung, 2018). Aerobik faz silolanan herhangi bir yemin ilk karşılaştığı aşamadır. Yem içeriğinde bulunan kolay fermente edilebilir karbonhidrat miktarından özellikle etkilenmektedir. Çünkü iyi bir fermentasyon istenmektedir ve bu laktik asit bakterilerinin gelişiminin sürekliliği sonucu ortama bıraktıkları laktik asit oranları ile açıklanmaktadır (Johnson ve Harrison, 2001). Yem içerisinde bulunan kolay fermente edilebilir karbonhidratlar, ikincil fermentasyon mikroorganizmaları (Bal ve ark., 2000) ile yarışmacı bir şekilde tüketilir. Bu şekerleri kullanan laktik asit bakterileri son ürün olarak ortama laktik asit oluşturmaları sonucu silajlarda istenmeyen diğer mikroorganizmalara karşı koruyucu bir etki gösterir (McDonald ve ark., 1991).

Bitkinin su içeriği dolayısı ile kuru madde miktarı aerobik bozulma üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Hasat ve silolama evresi aerobik olarak gerçekleşmekte, bu dönem bitkinin substrat miktarı üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Hasat edilir edilmez hemen silolamak besin madde kayıplarından korumakla beraber soldurmanın da bazı avantajları söz konusudur. Düzgün ve zamanında yapılmış bir soldurma işlemi bitki içerisindeki su miktarını azaltacağı için kontaminant mikroorganizmalar ve

enterobakterilerin büyümesini engelleyebileceği bildirilmiştir. Bu durumun bozulmayı engelleyici bir faktör olabileceği ifade edilmiştir (Muck ve ark., 2003).

Ashbell 1991'e göre düzenlenen aerobik stabilite testi, aerobik solunum yapan mikroorganizmaların ürettiği CO₂'nin çözelti ile yakalanarak ölçülmesine dayanmaktadır (Ashbell ve ark., 1991). Çalışmanın %20 ve 35 KM grupları arasında daha yüksek kuru madde içeriğine sahip gruplarda daha düşük CO₂ üretimi görülmüştür (p<0.001). Bunun sebebi bitkinin silolamadan önce %35 KM oranlarına getirilmesi ikincil fermentör mikroorganizma yükünü ciddi oranda azalmış olmasından dolayı olabilir. Bitki ile gelen epifitik kontaminant-ikincil fermentör mikroorganizmaların konfor alanı dışındaki ortama tahammüllerinin düşük olduğu bildirilmiştir (Kung, 2018). Aerobik bozulma olarak belirtilen bu durumun oksijen maruziyeti ile inaktif olarak baskılanmış *Klostridia*, *Bacilli*, *Listeria* gibi bakteriler, *Candida*, *Saccharomyces* gibi mayalar ve *Aspergillus*, *Fusarium* gibi küfler aktive olarak ortamı ele geçirerek silajı bozarlar. Bunlar kontaminant mikroorganizmaların sadece küçük bir kısmıdır. Bu tez çalışmasında mikroorganizma özelinde bir çalışma gerçekleştirilmediği için bahsedilen organizmaların herhangi birinden kaynaklanıyor olabilir. Bu bozulma maya küf sayımı ile tespit edilebilir. Çalışmanın aerobik stabilite analizinde gerçekleştirilen maya-küf ekimlerinde elde edilen değerler, aerobik stabilite analizinde gerçekleştirilen ekim sonuçlarına benzer istatistiki öneme sahiptir (p<0.002).

Çalışmanın CO₂/Tanen değişkeninde kontrol grubuna göre tanen uygulanan gruplarda görülen önemlilik (p<0.001) tanenin antimikrobiyal koruyucu etkilerinden kaynaklanıyor olabilir.

Yemlerde sindirilebilirliğin ölçülebilmesi hayvanların yemleme davranışlarının, yem tüketim miktarlarının ve yarayışlılığın belirlenebilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu durumun doğrudan verilen yemin ürüne dönüşümü ile ilintili olduğu bildirilmiştir (Van Soest ve ark., 1991). Yemin ham besin madde analizleri yem kalitesi hakkında kaliteli bilgiler sunmaktadır. Fakat bunun yanı sıra yemin fiziksel, kimyasal ve biyolojik değerleri yem hakkında daha tutarlı sonuçlar verecektir. (Ball, Hoveland ve Lacefield, 1996). Bu ölçümlere ulaşmanın bir yolu da *in vitro* organik madde sindirilebilirliğidir.

Çalışmanın *in vitro* organik madde sindirilebilirliği (IVOMS) değişkeninin literatürdeki diğer yemlik şalgam silaj çalışmaları ile karşılaştırıldığında; Daş (2019) en yüksek olarak %3 melas katılan grupta %54.12, Denen ve Malayoğlu (2022) %58.35, Öztürk (2021) %59.26, Özkan (2019) %64.88, Yıldız ve ark. (2022) ezilmiş arpa kattıkları grupta %65.87 IVOMS değerleri elde etmişlerdir. Belirtilen sonuçlar, bu çalışmanın başlangıç %20 KM grubundan (% 74.26) veya 90. gün bulgusundan (%76.54) daha düşük bulunmuştur.

Çalışmanın IVOMS/KM değişkeninin istatistiki olarak önemli ($p<0.001$) bulunması yem bitkisinin soldurularak pH/KM, SÇK/KM, LA/KM, AA/KM, TLAB/KM değişkenlerinin etkisi ile fermentasyon özelliklerinin iyileştirilmesi sonucu olabilir.

Bunun yanı sıra Tablo 4.17 interaksiyonunda KM*G bağıntısının istatistiki önemi görülmektedir ($p<0.05$). Bu durum her iki kuru madde düzeyinde de her açım gününde silaj sindirilebilirliğinde azalma olarak tespit edilmiştir. Tanen katkısı yapılmayan gruplar haricinde tanen eklenmiş gruplarda 7 ve 90. günler arasında *in vitro* organik madde sindirilebilirliğinin dramatik bir düşüşü söz konusudur. Gruplar arası özellikle 2. günlerde meydana gelen bu düşüş; yemlik şalgam bitkisinin düşük kuru madde içeriğinden dolayı gerçekleşebileceği düşünülmektedir. Tanen ilave edilen gruplarda tanen katkısı yapılmayan gruplara göre istatistiki olarak yansımasa da bir miktar düşüş söz konusudur. Bu durum tanenlerin mikrobiyal yük üzerine gerçekleştirdiği etki nedeniyle Tablo 4.9'de görülen TAMB, TLAB sonuçları ile bağlantılı olabilir.

Jayanegara ve ark. (2019), tanen oranının arttıkça ruminantlarda kuru madde alımının azalabildiği fakat IVOMS değerlerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir (Jayanegara ve ark., 2019). Diğer bir yandan tanenin serbest fenolik grupların özellikle hücre duvarının lif yapısında karbonhidrat kökenli makromoleküllere ilgisi ve oluşturduğu hidrojen bağlarının yıkımını güçleştirilmesi (Silanikove ve ark., 2001) nedeniyle IVOMS analizindeki tanen eklenmiş gruplardaki düşüşü neden oluyor olabilir ($p>0.05$).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değışikliğı sonucu son yıllarda su ve gıda güvenliğinde artan risk faktörleri nedeniyle bu sorunlara çözümler aranmaktadır. Üretilcek yem ve gıdanın sürdürülebilir bir tarım ve hayvancılık modelleri ile yapılması, hayvan besleme maliyetlerinin düşürülmesi, et fiyatlarının ucuzlatılması bilim ile mümkündür.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında, silaj materyali olarak kullanılan yemlik şalgam (lenox/*Brassica rapa L.*) bitkisinin bahsedilen sorunların çözümünde yardımcı olabilme ihtimali araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonunda herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılmamıştır. Bu duruma ilave olarak;

Yemlik şalgam (lenox/*Brassica rapa L.*) bitkisi ekildikten sonra sulama, sürme ve yabancı ot mücadelesi gibi uğraşları bulunmaması nedeniyle yetiştirirken avantaj sağladığı belirlenmiştir.

Silolama işlemi sırasında sıkıştırma işlemi düzgün uygulandığı takdirde bitkinin biçim kuru madde oranı düşük olsa dahi herhangi bir katkı olmaksızın kaliteli bir fermentasyon elde edilebileceğı bulunmuştur.

Tanen katkısının her iki konsantrasyonda, düşük kuru madde ve yüksek protein oranına sahip yemlerin silolanmasında kuru madde kaybını engellediğı veya en aza indirilmesine yardımcı olduğı görülmüştür.

Silaj materyalinin soldurularak %35 kuru madde ile silolanması; TAMB ve TLAB değerleri, ayrıca pH, SÇK, NH₃-N, organik asitler (LA,AA,BA), AS ve IVOMS değışkenlerinde %20 kuru madde gruplarına göre daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Soldurma işlemi uygulanmış %35 kuru madde düzeyindeki silajlarda, üretilen CO₂ miktarı, %20 KM grubuna göre düşmüştür. Her iki kuru madde düzeyinde tanen katkısının CO₂ miktarını azalttığı gözlemlenmiştir. Bu durumun silajın raf ömrünün uzatılmasında katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Yemlik şalgamın %35 kuru maddede silolanması sindirilebilirliği arttırdığı belirlenmiştir. Soldurma işlemi yem materyalini daha kıymetli hale getirmektedir.

Elde edilen veriler ışığında; yemlik şalgam (*lenox/Brassica rapa L.*) yetiştirme şartları olarak önemli bir kaba yem kaynağı olduğu, kuru madde miktarının yükseltilmesi ve sıkıştırmanın iyi yapılması durumunda yaz döneminin kurak zamanlarında güvenle tüketilebileceği düşünülmektedir. Tanenlerin çalışmada kullanılan konsantrasyonlarında fermentasyon değişkenlerine olumlu etkileri olduğu görülmüştür. İlave edilen tanen konsantrasyonlarının ikisinde de aerobik stabiliteyi arttığı, kimyasal etkilerinin tam anlamlandırılmadığı durumlarda dahi fermentasyon gidişatına zararsız olduğu sonucuna varılmıştır. Tanen katkısının silolara katılıp katılmayacağı maliyet/kar olarak değerlendirilmesinin daha yararlı olacağı düşünülmektedir.

Yem bitkisinin, yetiştirme ve hasat maliyetleri göz önüne alındığında lenox, alternatif bir yem kaynağı olarak kullanılabilir. Özellikle yetiştiricilerin lenox gibi alternatif yem kaynaklarını kullanılması ve muhafazası konusunda bilinçlendirilmesi ülke hayvancılığına değerli getirileri olacaktır.

Silolamada katkı olarak kullanılan tanen özel bir firmadan yurt dışından ithal edilerek alınmıştır. Türkiye coğrafyasında da aynı etken maddenin doğada çok çeşitli halde bulunduğu bilinmekte ve saflaştırılarak kaliteli bir müstahzar haline getirilebilmesi de ayrıca mümkündür.

KAYNAKLAR

- Abo-Donia, FM., Yang, LY., Hristov, AN., Wang, M., Tang, SX., Zhou, CS., He, Z. X. (2017). Effects of tannins on the fatty acid profiles of rumen fluids and milk from lactating goats fed a total mixed ration containing rapeseed oil. *Livestock Science*, 204, 16–24. doi:10.1016/j.livsci.2017.08.002.
- Aboagye, I. A., Oba, M., Castillo, A. R., Koenig, K. M., Iwaasa, A. D. ve Beauchemin, K. A. (2018). Effects of hydrolyzable tannin with or without condensed tannin on methane emissions, nitrogen use, and performance of beef cattle fed a high forage diet. *Journal of Animal Science*, 96(12), 5276–5286. doi:10.1093/jas/sky352.
- Aboagye, I. A. ve Beauchemin, K. A. (2019). Potential of molecular weight and structure of tannins to reduce methane emissions from ruminants: A review. *Animals*, 9(11), 1–18. doi:10.3390/ani9110856.
- Adler, von A. ve Lew, H. (1995). Dynamik der epiphytischen mikroflora auf griinlandpflanzen im zusammenhang mit verschiedenen diingungsvarianten. *Die Bodenkultur*, 46, 223–240.
- Aguerre, M. J., Wattiaux, M. A. ve Powell, J. M. (2012). Emissions of ammonia, nitrous oxide, methane, and carbon dioxide during storage of dairy cow manure as affected by dietary forage-to-concentrate ratio and crust formation. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7409–7416. doi:10.3168/jds.2012-5340.
- Akbay, F., Erol, A. ve Kamalak, A. (2020). Farklı Hasat Döneminin Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Otunun kimyasal bileşimi, metan üretimi ve kondense tanen içeriği üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 3(6), 1663–1668. doi:10.18016/ksutarimdogan.vi.688749.
- Akbay, F., Günaydın, T., Arıkan, S. ve Kızılsimşek, M. (2023). Performance of new lactic acid bacteria strains as inoculants on the microorganism composition during fermentation of alfalfa silage containing different dry matter content. *Black Sea Journal of Agriculture*, 6(4), 402–410. doi:10.47115/bsagriculture.1303220.
- AlAmmar, W. A., Albeesh, F. H. ve Khattab, R. Y. (2020). Food and mood: the corresponsive effect. *Current Nutrition Reports*, 9(3), 296–308. doi:10.1007/s13668-020-00331-3.
- Ali, N., Wang, S., Zhao, J., Dong, Z., Li, J., Nazar, M. ve Shao, T. (2020). Microbial diversity and fermentation profile of red clover silage inoculated with reconstituted indigenous and exogenous epiphytic microbiota. *Bioresource Technology*, 314, doi:10.1016/j.biortech.2020.123606.
- Allen, M. S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1447–1462. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76074-0.
- Alonso, V. A., Pereyra, C. M., Keller, L. A. M., Dalcero, A. M., Rosa, C. A. R., Chiacchiera, S. M. ve Cavaglieri, L. R. (2013). Fungi and mycotoxins in silage: An overview. *Journal of Applied Microbiology*, 115(3), 637–643. doi:10.1111/jam.12178.
- Altobelli, F., Cimino, O., Natali, F., Orlandini, S., Gitz, V., Meybeck, A. ve Dalla Marta, A. (2018). Irrigated farming systems: Using the water footprint as an indicator of environmental, social and economic sustainability. *Journal of Agricultural Science*, 156(5), 711–722. doi:10.1017/S002185961800062X.
- Annison, E., Hill, K. ve Lewis, D. (1957). Studies on the portal blood of sheep. I. Absorption of ammonia from the rumen of the sheep. *The Biochemical Journal*, 66(4), 587–592. doi:10.1042/bj0660587.

Anonymus. (1986). The Analysis of Agricultural Material. *Reference Book* (ss. 427–428).

Anwar, M. R., Liu, D. L., Macadam, I. ve Kelly, G. (2013). Adapting agriculture to climate change: A review. *Theoretical and Applied Climatology*, 113(1–2), 225–245. doi:10.1007/s00704-012-0780-1.

AOAC. (2011). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. Recovery studies, 17th edn. Byrd Richmond, VA.

Aral, Y., Altın, O., Sarıhan Şahin, T. ve Gökdaı, A. (2020). Türkiye sığıı besiciliğinde yapısal durum ve sektörel analiz. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 91(2), 182–192. doi:10.33188/vetheder.672270.

Ashbell, G., Weinberg, Z., Azrieli, A., Hen, Y. ve Horev, B. (1991). A simple system to study the aerobic determination of silages. *Canadian Agricultural Engineering*, 33(2), 391–393. https://library.csbe-scgab.ca/docs/journal/33/33_2_391_raw.pdf adresinden erişildi.

Ayan, I., Önal-Aşci, Ö., Başaran, U. ve Mut, H. (2006). Bazı yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) çeşitlerinin verim özellikleri. *OMü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3), 310–313.

Aydın, A. ve Üstün, F. (2007). Tanenler. Kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1), 21–31.

Aydın, O., Ünaldı, E., Duman, N., Çiçek, İ. ve Türkoğlu, N. (2017). Türkiye’de su kıtlığının mekansal ölçekte değeriendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 68, 11–18.

Ayhan, V., Balabanlı, C., Avcıođlu, R. ve Ergöl, M. (2004). Bazı baklagil yem bitkilerinde hasat döneminin verim ve besin maddeleri içeriğine etkileri. IV. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, Cilt 2, Poster Bildiriler, 1-3 Eylül 2004, Isparta.

Ayres, L. ve Clements, B. (2002). Forage brassicas quality crops for livestock production. AGFACTS (C. 1). https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/146730/forage-brassicas-quality-crops-for-livestock-production.pdf adresinden erişildi.

Azman, M. A. (2017). The effect of the acorn supplementation on alfalfa siage fermentation. *Balıkesir Health Sciences Journal*, 6(3), 118–131. doi:10.5505/bsbd.2017.40855.

Bal, M. A., Shaver, R. D., Jirovec, A. G., Shinnors, K. J. ve Coors, J. G. (2000). Crop processing and chop length of corn silage: Effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83(6), 1264–1273. doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)74993-9.

Baldwin, R. L., McLeod, K. R., Klotz, J. L. ve Heitmann, R. N. (2004). Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87(SUPPL. 1), E55–E65. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)70061-2.

Baldwin, Ransom L. ve Connor, E. E. (2017). Rumen function and development. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 33(3), 427–439. doi:10.1016/j.cvfa.2017.06.001.

Ball, D., Hoveland, C. ve Lacefield, G. (1996). Forage quality. In: southern forages. *Potash & Phosphate Institute and Foundation for Agronomic Research* (ss. 124–132). Norcross, GA.

Barry, T. N. ve McNabb, W. C. (1999). The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, 81(4), 263–272. doi:10.1017/s0007114599000501.

Bartzoka, E. D., Lange, H., Mosesso, P. ve Crestini, C. (2017). Synthesis of nano- and microstructures from proanthocyanidins, tannic acid and epigallocatechin-3-: O -gallate for active delivery. *Green Chemistry*, 19(21), 5074–5091. doi:10.1039/c7gc02009k.

Basaran, U., Gulumser, E., Dogrusoz, M. ve Mut, H. (2014). The effects of forage turnip (*Brassica rapa* L . var . rapa) as companion crop on alfalfa yield and quality. *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, 122(109), 119–122. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a109/a109.pdf> adresinden erişildi.

Basmacıoğlu, H. ve Ergül, M. (2002). Silaj mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim*, 43(1), 12–24. <http://dergipark.gov.tr/hayuretim/issue/7629/99936> adresinden erişildi.

Battacone, G., Nudda, A., Palomba, M., Pascale, M., Nicolussi, P. ve Pulina, G. (2005). Transfer of aflatoxin B1 from feed to milk and from milk to curd and whey in dairy sheep fed artificially contaminated concentrates. *Journal of Dairy Science*, 88(9), 3063–3069. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72987-8.

Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the prot-age study group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542–559. doi:10.1016/j.jamda.2013.05.021.

Bayar, R. (2018). Arazi kullanımı açısından Türkiye’de tarım alanlarının değişimi (In terms of land use change in agricultural areas in Turkey). *SSRN Electronic Journal*, 16(2), 187–200. doi:10.2139/ssrn.3400349.

Beauchemin, K. A., Farr, B. I., Rode, L. M. ve Schaalje, G. B. (1994). Effects of alfalfa silage chop length and supplementary long hay on chewing and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(5), 1326–1339. doi:10.3168/jds.S0022-0302(94)77072-7.

Beauchemin, K. A. (2018). Invited review: Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 4762–4784. doi:10.3168/jds.2017-13706.

Beck, M. R., Al-Marashdeh, O. ve Gregorini, P. (2019). Low levels of a seaweed (*Ecklonia radiata*) extract alter *in vitro* fermentation products but not in combination with quebracho (*Schinopsis quebracho-colorado*) tannins. *Applied Animal Science*, 35(5), 476–481. doi:10.15232/aas.2019-01892

Beharka, A. A., Nagaraja, T. G., Morrill, J. L., Kennedy, G. A. ve Klemm, R. D. (1998). effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 81(7), 1946–1955. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75768-6.

Belščak-Cvitanović, A., Durgo, K., Huđek, A., Bačun-Družina, V. ve Komes, D. (2018). Overview of polyphenols and their properties. *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications*. doi:10.1016/B978-0-12-813572-3.00001-4.

Bennet-Jenkins, E. ve Bryant, C. (1996). Novel sources of anthelmintics. *International Journal for Parasitology*, 26(8–9), 937–947. doi:10.1016/S0020-7519(96)80068-3.

Bergen, W. G. ve Yokoyama, M. T. (1977). Productive limits of rumen fermentation. *Journal of Animal Science*, 46(3), 573–584.

Bergström, A. K. ve Jansson, M. (2006). Atmospheric nitrogen deposition has caused nitrogen enrichment and eutrophication of lakes in the northern hemisphere. *Global Change Biology*, 12(4), 635–643. doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01129.x.

Bernardes, T. F., Daniel, J. L. P., Adesogan, A. T., McAllister, T. A., Drouin, P., Nussio, L. G., Cai, Y. (2018). Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4001–4019. doi:10.3168/jds.2017-13703.

Bernardes, T. F., Gervásio, J. R. S., De Morais, G. ve Casagrande, D. R. (2019). Technical note: A comparison of methods to determine pH in silages. *Journal of Dairy Science*, 102(10), 9039–

9042. doi:10.3168/jds.2019-16553.

Bertassello, L., Müller, M. F., Wiechman, A., Penny, G., Tuninetti, M. ve Müller-Itten, M. C. (2023). Food demand displaced by global refugee migration influences water use in already water stressed countries. *Nature Communications*, 14(1), 1–13. doi:10.1038/s41467-023-38117-0.

Bhat, T. K., Singh, B. ve Sharma, O. P. (1998). Microbial degradation of tannins - A current perspective. *Biodegradation*, 9(5), 343–357. doi:10.1023/A:1008397506963.

Bi, Y., Cox, M. S., Zhang, F., Suen, G., Zhang, N., Tu, Y. ve Diao, Q. (2019). Feeding modes shape the acquisition and structure of the initial gut microbiota in newborn lambs. *Environmental Microbiology*, 21(7), 2333–2346. doi:10.1111/1462-2920.14614.

Bilandžić, N., Božić, D., Dokić, M., Sedak, M., Kolanović, B. S., Varenina, I. ve Cvetnić, Ž. (2014). Assessment of aflatoxin M1 contamination in the milk of four dairy species in Croatia. *Food Control*, 43, 18–21. doi:10.1016/j.foodcont.2014.02.044.

Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D. ve Webb, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36(6), 527–543. doi:10.1016/S0963-9969(03)00009-7.

Bolsen, K., Laytimi, A., Hart, R., Nuzback, L., Niroomand, F., Leipold, L. ve Ilg, H. (1988). Effect of commercial inoculants on fermentation of 1987 silage crops. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, (1), 137–153. doi:10.4148/2378-5977.2348.

Bolsen, KK, Ashbell, G. ve Weinberg, Z. (1996). Silage fermentation and silage additives. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 9(5), 483–493. doi:https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483.

Bozorg-Haddad, O., Zolghadr-Asli, B., Sarzaeim, P., Aboutalebi, M., Chu, X. ve Loáiciga, H. A. (2020). Evaluation of water shortage crisis in the Middle East and possible remedies. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 69(1), 85–98. doi:10.2166/aqua.2019.049.

Brain, R., Perkins, D., Ghebremichael, L., White, M., Goodwin, G. ve Aerts, M. (2023). The shrinking land challenge. *ACS Agricultural Science and Technology*, 3(2), 152–157. doi:10.1021/acsagscitech.2c00250.

Brito, A. F. ve Broderick, G. A. (2006). Effect of varying dietary ratios of alfalfa silage to corn silage on production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 3924–3938. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72435-3.

Brulc, J. M., Antonopoulos, D. A., Berg Miller, M. E., Wilson, M. K., Yannarell, A. C., Dinsdale, E. A., White, B. A. (2009). Gene-centric metagenomics of the fiber-adherent bovine rumen microbiome reveals forage specific glycoside hydrolases. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(6), 1948–1953. doi:10.1073/pnas.0806191105.

Calzadilla, A., Rehdanz, K., Betts, R., Falloon, P., Wiltshire, A. ve Tol, R. S. J. (2013). Climate change impacts on global agriculture. *Climatic Change*, 120(1–2), 357–374. doi:10.1007/s10584-013-0822-4.

Carpintero, C., Henderson, A. ve McDonald, P. (1979). The effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensiling of herbage. *Grass and Forage Science*, 34(4), 311–315. doi:10.1111/j.1365-2494.1979.tb01483.x.

Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P. ve Velasco, P. (2011). Phenolic compounds in Brassica vegetables. *Molecules*, 16(1), 251–280. doi:10.3390/molecules16010251.

Carter, T., Jones, R., Lu, X., Bhadwal, S., Conde, C., Mearns, L., Zurek, M. (2007). New assessment methods and the characterisation of future conditions. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report

of the Intergovernmental Panel on Climate Change (ss. 133–171).

Castillo-Lopez, E., Petri, R. M., Ricci, S., Rivera-Chacon, R., Sener-Aydemir, A., Sharma, S., Zebeli, Q. (2021). Dynamic changes in salivation, salivary composition, and rumen fermentation associated with duration of high-grain feeding in cows. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 4875–4892. doi:10.3168/jds.2020-19142.

Chambi, F., Chirinos, R., Pedreschi, R., Betalleluz-Pallardel, I., Debaste, F. ve Campos, D. (2013). Antioxidant potential of hydrolyzed polyphenolic extracts from tara (*Caesalpinia spinosa*) pods. *Industrial Crops and Products*, 47, 168–175. doi:10.1016/j.indcrop.2013.03.009.

Chang, S. R., Lu, C. H., Lur, H. S. ve Hsu, F. H. (2012). Forage yield, chemical contents, and silage quality of manure soybean. *Agronomy Journal*, 104(1), 130–136. doi:10.2134/agronj2011.0015.

Charmley, E. (2001). Towards improved silage quality - A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 81(2), 157–168. doi:10.4141/A00-066.

Cheli, F., Campagnoli, A. ve Dell'Orto, V. (2013). Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 183(1–2), 1–16. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.01.013.

Chen, L., Bao, X., Guo, G., Huo, W., Li, Q., Xu, Q., ... Liu, Q. (2022). Evaluation of gallnut tannin and *Lactobacillus plantarum* as natural modifiers for alfalfa silage: Ensiling characteristics, *in vitro* ruminal methane production, fermentation profile and microbiota. *Journal of Applied Microbiology*, 132(2), 907–918. doi:10.1111/jam.15246.

Cherney, J. H. ve Cherney, D. J. R. (2003). Assessing silage quality. *Silage Science and Technology*, (42), 141–198. doi:10.2134/agronmonogr42.c4.

Ciliberti, M. G., Albenzio, M., Francavilla, M., Neglia, G., Esposito, L. ve Caroprese, M. (2019). Extracts from microalga *Chlorella sorokiniana* exert an anti-proliferative effect and modulate cytokines in sheep peripheral blood mononuclear cells. *Animals*, 9(2), 1–11. doi:10.3390/ani9020045.

Claeys, L., Romano, C., De Ruyck, K., Wilson, H., Fervers, B., Korenjak, M., Huybrechts, I. (2020). Mycotoxin exposure and human cancer risk: A systematic review of epidemiological studies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 1449–1464. doi:10.1111/1541-4337.12567.

Close, W. ve Menke, K. (1986). *Selected Topics in Animal Nutrition*. Hohenheim Universitat.

Coblentz, W. K. ve Akins, M. S. (2018). Silage review: Recent advances and future technologies for baled silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4075–4092. doi:10.3168/jds.2017-13708.

Counotte, G. H. M. ve Prins, R. A. (1981). Regulation of lactate metabolism in the rumen. *Veterinary Research Communications*, 5(1), 101–115. doi:10.1007/BF02214975.

Croteau, R., Kutchan, T. M. ve Lewis, N. G. (2000). Natural products: Secondary metabolites. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. doi:10.1007/978-981-13-2023-1.

Crozier, A., Jaganath, I. B. ve Clifford, M. N. (2007). Phenols, polyphenols and tannins: an overview. *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. doi:10.1002/9780470988558.ch1.

Czerkawski, J. W. ve Breckenridge, G. (1977). Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). *British Journal of Nutrition*, 38(3), 371–384. doi:10.1079/bjn19770102.

Çetin, İ. (2017). Farklı katkı maddeleri ile silolanan yem şalgamının (*Brassica rapa* L.) Bazı kalite

özelliklerinin belirlenmesi. Uşak üniversitesi fen bilimleri enstitüsü. Uşak Üniversitesi.

D'Mello, J. P. F., Duffus, C. M. ve Duffus, J. H. (1991). Toxic substances in crop plants. doi:10.1533/9781845698454.

Daglia, M. (2012). Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23(2), 174–181. doi:10.1016/j.copbio.2011.08.007.

Daş, B. (2019). *Lenox (Brassica rapa L.)* Bitkisine farklı düzeylerde buğday samanı ve melas ilavesinin silaj kalitesi, kuzularda canlı ağırlık artışı ve sindirilebilirlik değerlerine etkisi. Harran Üniversitesi.

Davidson, T. ve Stevenson, K. (1973). Influence of formic acid and formalin on the production of organic acid in direct-cut alfalfa silage. *Canadian Journal of Plant Science*, 3(1), 75–79. doi:10.4141/cjps73-014.

Davis, C. L. ve Drackley, J. K. (1998). *The Development, Nutrition and Management of the Young Calf*. Iowa State University Press.

De Man, J., Rogosa, M. ve Sharpe, M. (1960). A medium of the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, 23(1), 130–135. doi:10.1111/J.1365-2672.1960.TB00188.X.

De Ruyck, K., De Boevre, M., Huybrechts, I. ve De Saeger, S. (2015). Dietary mycotoxins, co-exposure, and carcinogenesis in humans: Short review. *Mutation Research - Reviews in Mutation Research*, 766, 32–41. doi:10.1016/j.mrrev.2015.07.003.

Deville, E. R., Givens, D. I. ve Mueller-Harvey, I. (2010). Chestnut and mimosa tannin silages: Effects in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilisation and losses. *Animal Feed Science and Technology*, 157(3–4), 129–138. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.02.007.

Dehority, B. A. (2002). Gastrointestinal tracts of herbivores, particularly the ruminant: Anatomy, physiology and microbial digestion of plants. *Journal of Applied Animal Research*, 21(2), 145–160. doi:10.1080/09712119.2002.9706367.

Demirbilek, B. (2023). İklim Krizi Bağlamında Çevresel Göç Sorunsalı. *International Journal of Social Sciences*, 7(31), 499–529. doi:10.52096/usbd.7.31.27.

Denen, M. E. ve Malayoglu, H. B. (2022). Ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa L.*) silajında soldurmanın ve farklı katkıların fermantasyon ve aerobik stabilite üzerine etkileri. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 59(2), 293–312. doi:10.20289/zfdergi.963959.

Deusch, S., Camarinha-Silva, A., Conrad, J., Beifuss, U., Rodehutschord, M. ve Seifert, J. (2017). A structural and functional elucidation of the rumen microbiome influenced by various diets and microenvironments. *Frontiers in Microbiology*, 8(AUG), 1–21. doi:10.3389/fmicb.2017.01605.

Diao, Q., Zhang, R. ve Fu, T. (2019). Review of strategies to promote rumen development in calves. *Animals*, 9(8), 1–15. doi:10.3390/ani9080490.

Dijkstra, J., Oenema, O., van Groenigen, J. W., Spek, J. W., van Vuuren, A. M. ve Bannink, A. (2013). Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emissions. *Animal*, 7(2), 292–302. doi:10.1017/S1751731113000578.

Driehuis, Frank. (2011). Occurrence of mycotoxins in silage. *Proceedings of the II. international Symposium*, 1–20. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf> adresinden erişildi.

Driehuis, F., Wilkinson, J. M., Jiang, Y., Ogunade, I. ve Adesogan, A. T. (2018). Silage review: Animal and human health risks from silage. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4093–4110. doi:10.3168/jds.2017-13836.

DSI. (2023). *DSİ 2023 Yılı Performans Programı* (C. 2).

https://cdn.ys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Sayfa/760/1108/DosyaGaleri/dsi_2023_performans_programi.pdf adresinden erişildi.

EEA. (2021). EEA-Eionet Strategy EEA-Eionet Strategy 2021-2030. doi:10.2800/92395.

Elferink, S. J. W. H. O., Driehuis, F., Gottschal, J. C. ve Spoelstra, S. F. (2000). Silage fermentation processes and their manipulation. *FAO Plant Production and Protection Papers*, 17–30.

Elferink, S. J. W. H., Krooneman, E. J., Gottschal, J. C., Spoelstra, S. F., Faber, F. ve Driehuis, F. (2001). Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(1), 125–132. doi:10.1128/AEM.67.1.125-132.2001.

EPA. (2006). *U.S. Environmental Protection Agency Office of prevention, pesticides and toxic substances - Reassessment of one exemption from the requirement of a tolerance for tannin (CAS Reg. No. 1401-55-4)*. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-04/documents/tannin.pdf> adresinden erişildi.

Erdağ, R. (2015). Türkiye'nin sınır aşan sular sorunu. *Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 27. doi:10.17828/yasbed.52053.

Erisman, J. W., Bleeker, A., Hensen, A. ve Vermeulen, A. (2008). Agricultural air quality in Europe and the future perspectives. *Atmospheric Environment*, 42(14), 3209–3217. doi:10.1016/j.atmosenv.2007.04.004.

Erten, K., Coşkuntuna, L., Gül, S. ve Koç, F. (2024). Süt sığırı rasyonlarında farklı oranlarda kullanılan kaba ve kesif yemlerin *in vitro* gaz üretim parametreleri üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(1), 249–259. doi:<https://doi.org/10.30910/turkjans.1351810>.

Eryılmaz, Y. (2023). Türkiye sığır eti üretim ve tüketimine ekonomik bakış. *Journal of Applied Sciences*, 8(1), 109–121. doi:2757-5675.

Faccia, M., Maggiolino, A., Natrella, G., Zizzadoro, C., Mazzone, A., Pouloupoulou, I., ... De Palo, P. (2022). Ingested versus inhaled limonene in sheep: A pilot study to explore potential different transfer to the mammary gland and effects on milk and Caciotta cheese aroma. *Journal of Dairy Science*, 105(10), 8143–8157. doi:10.3168/jds.2022-22016.

FAO. (2012). Impact of animal nutrition on animal welfare. *Expert Consultation*. <https://www.fao.org/3/i3148e/i3148e.pdf> adresinden erişildi.

FAO. (2013). Enhancing animal welfare and farmer income through strategic animal feeding – some case studies. (Harinder P.). <https://www.fao.org/3/i3164e/i3164e00.pdf> adresinden erişildi.

FDA. (2016). *GRAS: Generally Recognized as Safe List* (C. 81). <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2016-08-17/pdf/2016-19164.pdf> adresinden erişildi.

Fenton, M. P. (1987). An investigation into the sources of lactic acid bacteria in grass silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 62(3), 181–188. doi:10.1111/j.1365-2672.1987.tb02397.x.

Ferraretto, L. F., Shaver, R. D., Massie, S., Singo, R., Taysom, D. M. ve Brouillette, J. P. (2015). Effect of ensiling time and hybrid type on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal *in vitro* starch and neutral detergent fiber digestibility in whole-plant corn silage. *Professional Animal Scientist*, 31(2), 146–152. doi:10.15232/pas.2014-01371.

Fidan, N. ve Bayramoğlu, Z. (2019). Temel bitkisel yemler ve yem katkı maddelerinin kırmızı et ve süt piyasasına etkisi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(10), 1722–1729. doi:<https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i10.1722-1729.2914>.

Filya, İ. (2002). Silaj yapımı. Silaj bitkileri yetiştirme ve silaj yapımı, Hasad Yayıncılık.

Fink-Gremmels, J. (2008). Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: A review. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 25(2), 172–180. doi:10.1080/02652030701823142.

Fisher, L. J., Robertson, J. A. ve Savoie, P. (1985). Grass, legume and cereal silages for ruminants. Agriculture Canada.

Fox, D. G., Barry, M. C., Pitt, R. E., Roseler, D. K. ve Stone, W. C. (1995). Application of the Cornell Net Carbohydrate and Protein model for cattle consuming forages. *Journal of Animal Science*, 73(1), 267–277. doi:10.2527/1995.731267x.

Francisco, M., Moreno, D. A., Cartea, M. E., Ferreres, F., García-Viguera, C. ve Velasco, P. (2009). Simultaneous identification of glucosinolates and phenolic compounds in a representative collection of vegetable Brassica rapa. *Journal of Chromatography A*, 1216(38), 6611–6619. doi:10.1016/j.chroma.2009.07.055.

Franco, M., Tapio, I., Pirttiniemi, J., Stefański, T., Jalava, T., Huuskonen, A. ve Rinne, M. (2022). Fermentation quality and bacterial ecology of grass silage modulated by additive treatments, extent of compaction and soil contamination. *Fermentation*, 8(4). doi:10.3390/fermentation8040156.

Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F. J. ve Mantecón, A. R. (2004). Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2), 191–202. doi:10.5424/sjar/2004022-73.

Fry, S. C. (1985). Primary cell wall metabolism: tracking the careers of wall polymers in living plant cells. *New Phytologist*, 161(3), 641–675. doi:10.1111/j.1469-8137.2004.00980.x.

Fujimori, S., Hasegawa, T., Krey, V., Riahi, K., Bertram, C., Bodirsky, B. L., ... van Vuuren, D. (2019). A multi-model assessment of food security implications of climate change mitigation. *Nature Sustainability*, 2(5), 386–396. doi:10.1038/s41893-019-0286-2.

Gaebel, G., Martens, H., Suendermann, M. ve Galfi, P. (1987). The effect of diet, intraruminal pH and osmolarity on sodium, chloride and magnesium absorption from the temporarily isolated and washed reticulo-rumen of sheep. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 72(4), 501–511. doi:10.1113/expphysiol.1987.sp003092.

Galloway, J. N., Townsend, A. R., Erisman, J. W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J. R., ... Sutton, M. A. (2008). Transformation of the nitrogen cycle: Recent trends, questions, and potential solutions. *Science*, 320(5878), 889–892. doi:10.1126/science.1136674.

Garton, G., Lough, A. ve Vioque, E. (1961). Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. *Journal of General Microbiology*, 25, 215–225. doi:10.1099/00221287-25-2-215.

Geren, H., Demiroğlu, G. ve Avcıoğlu, R. (2002). Bazı yem şalgamı (brassica rapa l.) Çeşitlerinde verim özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1), 87–97. doi:10.20289/eüzfd.33460.

Girard, M. ve Bee, G. (2020). Invited review: Tannins as a potential alternative to antibiotics to prevent coliform diarrhea in weaned pigs. *Animal*, 14(1), 95–107. doi:10.1017/S1751731119002143.

Givens, D. I. ve Rulquin, H. (2004). Utilisation by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 114(1–4), 1–18. doi:10.1016/j.anifeedsci.2003.09.005.

Goel, G., Puniya, A. K., Aguilar, C. N. ve Singh, K. (2005). Interaction of gut microflora with tannins in feeds. *Naturwissenschaften*, 92(11), 497–503. doi:10.1007/s00114-005-0040-7.

Gökkuş, A. ve Coşkun, E. (2023). Geleceğin Türkiye'sinde doğal çayır ve meraların önemi. *Acta Natura et Scientia*, 4(1), 58–67. doi:10.29329/actanatsci.2023.353.06.

Greenwood, R. H., Morrill, J. L., Titgemeyer, E. C. ve Kennedy, G. A. (1997). A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. *Journal of Dairy Science*, 80(10), 2534–2541. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76207-6.

Gronwald, M., Helfrich, M., Don, A., Fuß, R., Well, R. ve Flessa, H. (2018). Application of hydrochar and pyrochar to manure is not effective for mitigation of ammonia emissions from cattle slurry and poultry manure. *Biology and Fertility of Soils*, 54(4), 451–465. doi:10.1007/s00374-018-1273-x.

Gümüş, H., Karakaş Oğuz, F., Oğuz, M. N., Buğdaycı, K. E. ve Kuter, E. (2020). Farklı katkı maddelerinin lenox silajının fermantasyon ve fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(3), 195–200. doi:10.32707/ercivet.697756.

Hagerman, A. E., Rice, M. E. ve Ritchard, N. T. (1998). Mechanisms of protein precipitation for two tannins, pentagalloyl glucose and epicatechin 16 (4→8) Catechin (Procyanidin). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(7), 2590–2595. doi:10.1021/jf971097k.

Haigh, P. (1990). Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. *Grass and Forage Science*, 45(3), 263–271. doi:10.1111/j.1365-2494.1990.tb01949.x.

Hammon, D. S., Holyoak, G. R. ve Dhiman, T. R. (2005). Association between blood plasma urea nitrogen levels and reproductive fluid urea nitrogen and ammonia concentrations in early lactation dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 86(3–4), 195–204. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.08.003.

Hansen, R., Forbes, R. ve Carlson, D. M. (1958). *A review of the carbohydrate constituents of roughages*.

Harfoot, C. G. (1978). Anatomy, physiology and microbiology of the ruminant digestive tract. *Progress in Lipid Research*, 17(1), 1–19. doi:10.1016/0079-6832(78)90003-4.

Harmanşah, F. (2018). Türkiye'de kaliteli kaba yem üretimi. *TÜRKTOB Dergisi*, 25(5), 9–13.

Harris, P. J. ve Stone, B. A. (2009). Chemistry and molecular organization of plant cell walls. *Biomass Recalcitrance: Deconstructing the Plant Cell Wall for Bioenergy*. doi:10.1002/9781444305418.ch4.

Hart, S. P. ve Horn, F. P. (1987). Ensiling characteristics and digestibility of combinations of turnips and wheat straw. *Journal of Animal Science*, 64, 1790–1800.

Haslam, E. ve Cai, Y. (1994). Plant polyphenols (Vegetable tannins): Gallic acid metabolism. *Natural Product Reports*, 11, 41–66. doi:10.1039/NP9941100041.

Hassan, F. U., Arshad, M. A., Ebeid, H. M., Rehman, M. S. ur, Khan, M. S., Shahid, S. ve Yang, C. (2020). Phytogetic additives can modulate rumen microbiome to mediate fermentation kinetics and methanogenesis through exploiting diet–microbe interaction. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. doi:10.3389/fvets.2020.575801.

Herremans, S., Vanwindekens, F., Decruyenaere, V., Beckers, Y. ve Froidmont, E. (2020). Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(5), 1209–1218. doi:10.1111/jpn.13341.

Herrera, R. S., Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., García, M. ve Cruz, A. M. (2017). Secondary metabolites of *Leucaena leucocephala*. Their relationship with some climate elements, different expressions of digestibility and primary metabolites. *Cuban Journal of Agricultural Science*,

51(1), 107–115.

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., ... Obersteiner, M. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(52), 20888–20893. doi:10.1073/pnas.1308149110.

Hervás, G., Frutos, P., Giráldez, F. J., Mantecón, Á. R. ve Álvarez Del Pino, M. C. (2003). Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Animal Feed Science and Technology*, 109(1–4), 65–78. doi:10.1016/S0377-8401(03)00208-6.

Hodulíková, L., Skládanka, J., Mlejnková, V., Knot, P., Klusoňová, I., Horký, P., ... Sláma, P. (2016). Effect of soil contamination of fodder and wilting on the occurrence of fungi and mycotoxins in alfalfa silages. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(5), 1529–1536. doi:10.1118/actaun201664051529.

Hoffmann, I. (2013). Adaptation to climate change--exploring the potential of locally adapted breeds. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 7(2), 346–362. doi:10.1017/S1751731113000815.

Hong, E. ve Kim, G. H. (2008). Anticancer and antimicrobial activities of β -phenylethyl isothiocyanate in brassica rapa L. *Food Science and Technology Research*, 14(4), 377–382. doi:10.3136/fstr.14.377.

Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M. ve Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(50), 19691–19696. doi:10.1073/pnas.0701890104.

Huang, R., Zhang, F., Wang, T., Zhang, Y., Li, X., Chen, Y. ve Ma, C. (2022). Effect of intrinsic tannins on the fermentation quality and associated with the bacterial and fungal community of sainfoin silage. *Microorganisms*, 10(5). doi:10.3390/microorganisms10050844.

Huhtanen, Pekka, Hissa, K. ve Jaakkola, S. (1985). Enzymes as silage additive. Effect on fermentation quality, digestibility in sheep, degradability in sacco and performance in growing cattle. *Agricultural and Food Science*, 57(4), 284–292. doi:10.23986/afsci.72205.

Huhtanen, P., Nousiainen, J. I., Khalili, H., Jaakkola, S. ve Heikkilä, T. (2003). Relationships between silage fermentation characteristics and milk production parameters: Analyses of literature data. *Livestock Production Science*, 81(1), 57–73. doi:10.1016/S0301-6226(02)00195-1.

Huhtanen, P., Rinne, M. ve Nousiainen, J. (2007). Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: A revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal*, 1(5), 758–770. doi:10.1017/S175173110773673X.

Huhtanen, P., Rinne, M. ve Nousiainen, J. (2008). Effects of silage soluble nitrogen components on metabolizable protein concentration: A meta-analysis of dairy cow production experiments. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1150–1158. doi:10.3168/jds.2007-0323.

Hungate, R. (1984). Microbes of nutritional importance in the alimentary tract. *Proceedings of The Nutrition Society*, 43, 1–11.

Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, 75(3), 852–867. doi:10.2527/1997.753852x.

IBRD. (2022). 2022 yılı dünya gayri safi yurtiçi hasıla oranları. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?end=2022&start=2022&type=shaded&view=map> adresinden erişildi.

Jami, E., Israel, A., Kotser, A. ve Mizrahi, I. (2013). Exploring the bovine rumen bacterial

- community from birth to adulthood. *ISME Journal*, 7(6), 1069–1079. doi:10.1038/ismej.2013.2.
- Jaster, E. H. (1995). Legume and grass silage preservation. *Post-Harvest Physiology and Preservation of Forages*, (22), 91–115. doi:10.2135/cssaspecpub22.c5.
- Jayanegara, A., Goel, G., Makkar, H. P. S. ve Becker, K. (2015). Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 60–68. doi:10.1016/j.anifeedsci.2015.08.002.
- Jayanegara, A., Sujarnoko, T. U. P., Ridla, M., Kondo, M. ve Kreuzer, M. (2019). Silage quality as influenced by concentration and type of tannins present in the material ensiled: A meta-analysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(2), 456–465. doi:10.1111/jpn.13050.
- Jayanegara, A., Yaman, A. ve Khotijah, L. (2019). Reduction of proteolysis of high protein silage from Moringa and Indigofera leaves by addition of tannin extract. *Veterinary World*, 12(2), 211–217. doi:10.14202/vetworld.2019.211-217.
- Jenkins, T. C., Wallace, R. J., Moate, P. J. ve Mosley, E. E. (2008). Board-Invited Review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal of Animal Science*, 86(2), 397–412. doi:10.2527/jas.2007-0588.
- Jerónimo, E., Pinheiro, C., Lamy, E., Dentinho, M. T., Sales-Baptista, E., Lopes, O. ve Capela e Silva, F. (2016). Tannins in ruminant nutrition: Impact on animal performance and quality of edible products. *Tannins: Biochemistry, Food Sources and Nutritional Properties*.
- Johnson, L. M. ve Harrison, J. H. (2001). Scientific aspects of silage making. *31st California Alfalfa & Forage Symposium*, 12–13.
- Kaiser, A. G., Piltz, J. W., Burns, H. M. ve Griffiths, N. W. (2003). Successful silage. *Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries*.
- Kamalak, A. (2007). Kondense tanenin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler. *KSU Journal of Science and Engineering*, 10(2), 144–150. <http://acikerisim.ksu.edu.tr:8080/xmlui/handle/ksu/271> adresinden erişildi.
- Kamel, H. E. M., Al-Dobaib, S. N., Salem, A. Z. M., López, S. ve Alaba, P. A. (2018). Influence of dietary supplementation with sunflower oil and quebracho tannins on growth performance and meat fatty acid profile of Awassi lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 97–104. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.11.006.
- Kapluhan, E. (2013). Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487–510. <http://www.marmaracografya.com> adresinden erişildi.
- Karabulut, A. ve Canbolat, Ö. (2005). Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Uludağ Üniversitesi yayınları, No: 2.05.048.0424. Bursa.
- Karakuş, K., Karakuş, S. ve Çelikyürek, H. (2019). Ülke toprakları ve tarım arazilerinin bitkisel ve hayvansal üretim faaliyeti dışında kullanımı. *Journal of Animal Science and Products (JASP)*, 2(1), 84–90.
- Kashiwada, Y., Nonaka, G. I., Nishioka, I., Chang, J. J. ve Lee, K. H. (1992). Antitumor agents, 129. Tannins and related compounds as selective cytotoxic agents. *Journal of Natural Products*, 55(8), 1033–1043. doi:10.1021/np50086a002.
- Kay, R. N. (1966). The influence of saliva on digestion in ruminants. *World review of nutrition and dietetics*, 6(1960), 292–325. doi:10.1159/000391428.
- Ke, W., Zhang, H., Li, S., Xue, Y., Wang, Y., Dong, W., Zhang, G. (2022). Influence of

condensed and hydrolysable tannins on the bacterial community, protein degradation, and fermentation quality of alfalfa silage. *Animals*, 12(7). doi:10.3390/ani12070831.

Khan, Z. I., Ashraf, M. ve Hussain, A. (2007). Evaluation of macro mineral contents of forages: influence of pasture and seasonal variation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(6), 908–913. doi:https://doi.org/10.5713/ajas.2007.908.

Khanbabaee, K. ve van Ree, T. (2001). Tannins: Classification and definition. *Natural Product Reports*, 18(6), 641–649. doi:10.1039/b101061l.

Kıymaz, T. ve Saçlı, Y. (2008). Tarım ve Gıda Ürünleri Fiyatlarında Yaşanan Sorunlar ve Öneriler. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Tarim_ve_Gida_Urunleri_Fiyatlarinda_Yasanan_Sonunlar_ve_Oneriler.pdf adresinden erişildi.

Kirchgessner, M., Kellner, R., Roth, F. ve Ranfft, K. (1977). Zur schätzung des futterwertes mittels rohfaser und der zellwandfraktionen der detergentien-analyse. *Landwirtschaft Forschung*, 30, 245–250.

Kiss, A. K. ve Piwowarski, J. P. (2016). Ellagitannins, gallotannins and their metabolites- the contribution to the anti-inflammatory effect of food products and medicinal plants. *Current Medicinal Chemistry*, 25(37), 4946–4967. doi:10.2174/0929867323666160919111559.

Kır, B., Demiroğlu, G. ve Soya, H. (2007). Bazı yem şalgamı (brassica rapa l.) Çeşitlerinde verim özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1), 87–97.

Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J. ve Noordhuizen, J. P. T. M. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, 50(8), 406–414. doi:10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x.

Kleinschmit, D. H. ve Kung, L. (2006). A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 4005–4013. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72444-4.

Koch, D. ve Karakaya, A. (1998). Extending the grazing season with turnips and other brassicas. <https://www.researchgate.net/publication/270453056> adresinden erişildi.

Kononoff, P. J., Heinrichs, A. J. ve Lehman, H. A. (2003). The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(10), 3343–3353. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73937-X.

Körbalta, H. (2019). Türkiye’de yerel su güvenliği. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 55–84. doi:10.28956/gbd.562965.

Krätli, S., Huelsebusch, C., Brooks, S. ve Kaufmann, B. (2013). Pastoralism: A critical asset for food security under global climate change. *Animal Frontiers*, 3(1), 42–50. doi:10.2527/af.2013-0007.

Krause, D. O., Denman, S. E., Mackie, R. I., Morrison, M., Rae, A. L., Attwood, G. T. ve McSweeney, C. S. (2003). Opportunities to improve fiber degradation in the rumen: Microbiology, ecology, and genomics. *FEMS Microbiology Reviews*, 27(5), 663–693. doi:10.1016/S0168-6445(03)00072-X.

Kung, L. ve Shaver, R. (2001). Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on Forage*.

Kung, Limin, Stokes, M. R. ve Lin, C. J. (2003). Silage additives. *Silage Science and Technology*, 305–360. doi:10.2134/agronmonogr42.c7.

Kung, Limin. (2010). Understanding the biology of silage preservation to maximize quality and

protect the environment. In *Proceeding California Alfalfa and Forage Symposium* içinde (ss. 41–54).

Kung, Limin. (2018). Silage fermentation and additives. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 26(4), 61–66.

Kung, Limin, Shaver, R. D., Grant, R. J. ve Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020–4033. doi:10.3168/jds.2017-13909.

Küçükersan, K. (2004). Silaj Yemleri. *Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi* içinde (ss. 69–102).

Laarman, A. H. ve Oba, M. (2011). Short communication: Effect of calf starter on rumen pH of Holstein dairy calves at weaning. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5661–5664. doi:10.3168/jds.2011-4273.

Lang, I. ve Martens, H. (1999). Na transport in sheep rumen is modulated by voltage-dependent cation conductance in apical membrane. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, 277(3 40-3). doi:10.1152/ajpgi.1999.277.3.g609.

Lee, J. G., Bonnema, G., Zhang, N., Kwak, J. H., De Vos, R. C. H. ve Beekwilder, J. (2013). Evaluation of glucosinolate variation in a collection of turnip (*Brassica rapa*) germplasm by the analysis of intact and desulfo glucosinolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(16), 3984–3993. doi:10.1021/jf400890p.

Lemus, R. (2010). Understanding silage making process and utilization. *Mississippi State University Cooperative Extension Service*, 3(7). <http://msucare.com/crops/forages/> adresinden erişildi.

Levendoğlu, T. ve Karşı, M. A. (2010). Yaş şeker pancarı posasının buğday kepeği ile birlikte silolanma olanakları ile silaj kalitesi ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(3), 175–178.

Ley, R. E., Hamady, M., Lozupone, C., Turnbaugh, P. J., Ramey, R. R., Bircher, J. S., Gordon, J. I. (2008). Evolution of mammals and their gut microbes. *Science*, 320, 1647–1652. doi:10.1126/science.1155725.

Li, L., Xu, J., Hu, J. ve Han, J. (2014). Reducing nitrous oxide emissions to mitigate climate change and protect the ozone layer. *Environmental Science and Technology*, 48(9), 5290–5297. doi:10.1021/es404728s.

Li, X., Li, B. ve Yang, Y. (2018). Effects of foliar selenite on the nutrient components of turnip (*Brassica rapa* var. *rapa* Linn.). *Frontiers in Chemistry*, 6(42), 1–7. doi:10.3389/fchem.2018.00042.

Li, Y., Zhang, C., Li, S. ve Zhang, D. (2020). Association between dietary protein intake and the risk of depressive symptoms in adults. *British Journal of Nutrition*, 123(11), 1290–1301. doi:10.1017/S0007114520000562.

Lin, C., Bolsen, K. K., Brent, B. E., Hart, R. A., Dickerson, J. T., Feyerherm, A. M. ve Aimutis, W. R. (1992). Epiphytic Microflora on Alfalfa and Whole-Plant Corn. *Journal of Dairy Science*, 75(9), 2484–2493. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)78010-2.

Liu, J., Li, H., Zhu, W. ve Mao, S. (2019). Dynamic changes in rumen fermentation and bacterial community following rumen fluid transplantation in a sheep model of rumen acidosis: implications for rumen health in ruminants. *FASEB Journal*, 33(7), 8453–8467. doi:10.1096/fj.201802456R.

Liu, Y., Li, M., Jiang, D., Guan, E., Bian, K. ve Zhang, Y. (2023). Superheated steam processing of cereals and cereal products: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food*

Safety, 22(2), 1360–1386. doi:10.1111/1541-4337.13114.

Mackie, R. I., Aminov, R. I., White, B. A. ve McSweeney, C. S. (2000). Molecular ecology and diversity in gut microbial ecosystems. *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*, 61–77. doi:10.1079/9780851994635.0061.

Maekawa, M., Beauchemin, K. A. ve Christensen, D. A. (2002). Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(5), 1165–1175. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74179-9.

Maggiolino, A., Lorenzo, J. M., Quiñones, J., Latorre, M. A., Blando, F., Centoducati, G., ... De Palo, P. (2019). Effects of dietary supplementation with *Pinus taeda* hydrolyzed lignin on in vivo performances, *in vitro* nutrient apparent digestibility, and gas emission in beef steers. *Animal Feed Science and Technology*, 255(September 2018), 114217. doi:10.1016/j.anifeedsci.2019.114217.

Makkar, Harinder Paul S., Dawra, R. K. ve Singh, B. (1988). Determination of Both Tannin and Protein in a Tannin-Protein Complex. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(3), 523–525. doi:10.1021/jf00081a600.

Makkar, H.P.S., Francis, G. ve Becker, K. (2007). Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal*, 1(9), 1371–1391. doi:10.1017/S1751731107000298.

Makkar, H. ve Beever, D. (2013). Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems. *Proceedings of the FAO Symposium. FAO and Asian-Australasian Association of Animal Production Societies*. doi:10.3920/9789086867998.

Makkar, Harinder P.S. ve Ankers, P. (2014). Towards sustainable animal diets: A survey-based study. *Animal Feed Science and Technology*, 198, 309–322. doi:10.1016/j.anifeedsci.2014.09.018.

Makkar, H. P.S. (2018). Review: Feed demand landscape and implications of food-not feed strategy for food security and climate change. *Animal*, 12(8), 1744–1754. doi:10.1017/S175173111700324X.

Mangan, J. L. (1988). Nutritional effects of tannins in animal feeds. *Nutrition Research Reviews*, 1(1), 209–231. doi:10.1079/nrr19880015.

Matheson, N. ve McCleary, B. (1995). Enzymes metabolizing polysaccharides and their application to the analysis of structure and function of glycans. *The Polysaccharides içinde* (ss. 2–105).

McAllister, T. A., Bae, H. D., Jones, G. A. ve Cheng, K. J. (1994). Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *Journal of animal science*, 72(11), 3004–3018. doi:10.2527/1994.72113004x.

McArthur, C., Sanson, G. D. ve Beal, A. M. (1995). Salivary proline-rich proteins in mammals: Roles in oral homeostasis and counteracting dietary tannin. *Journal of Chemical Ecology*, 21(6), 663–691. doi:10.1007/BF02033455.

McDonald, P., Henderson, R. ve Heron, S. J. E. (1991). The biochemistry of silage. *The Biochemistry of Silage içinde* (Second Edi., s. 340). Chalcombe Publications.

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. ve Wilkinson, R. (2010). *Animal Nutrition* (7th Editio.). doi:10.5962/bhl.title.155283.

McDougall, G. J., Kulkarni, N. N. ve Stewart, D. (2008). Current developments on the inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *BioFactors*, 34(1), 73–80. doi:10.1002/biof.5520340108.

McSweeney, C. S., Palmer, B., McNeill, D. M. ve Krause, D. O. (2001). Microbial interactions

with tannins: Nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91(1–2), 83–93. doi:10.1016/S0377-8401(01)00232-2.

Melendez, P., Donovan, A., Hernandez, J., Bartolome, J., Risco, C. A., Staples, C. ve Thatcher, W. W. (2003). Milk, plasma, and blood urea nitrogen concentrations, dietary protein, and fertility in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223(5), 628–634. doi:10.2460/javma.2003.223.628.

Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463–1481. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2.

Min, B. R., Barry, T. N., Attwood, G. T. ve McNabb, W. C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 106(1–4), 3–19. doi:10.1016/S0377-8401(03)00041-5.

Moraes, M. G., Chatterton, N. J., Harrison, P. A., Filgueiras, T. S. ve Figueiredo-Ribeiro, R. C. L. (2013). Diversity of non-structural carbohydrates in grasses (Poaceae) from Brazil. *Grass and Forage Science*, 68(1), 165–177. doi:10.1111/j.1365-2494.2012.00883.x.

Morrison, I. M. (1979). Changes in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. *The Journal of Agricultural Science*, 93(3), 581–586. doi:10.1017/S0021859600038983.

Muck, R. E. (1988). Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, 71(11), 2992–3002. doi:10.3168/jds.S0022-0302(88)79897-5.

Muck, R. E. (1989). Initial bacteria numbers on lucerne prior to ensiling. *Grass and Forage Science*, 44(1), 19–25. doi:10.1111/j.1365-2494.1989.tb01905.x.

Muck, R. E., Moser, L. E. ve Pitt, R. E. (2003). *Postharvest factors affecting ensiling. Silage Science and Technology*. doi:10.2134/agronmonogr42.c6.

Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C. ve Kung, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3980–4000. doi:10.3168/jds.2017-13839.

Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 2010–2037. doi:https://doi.org/10.1002/jsfa.2577.

Muñoz, R., de las Rivas, B., López de Felipe, F., Reverón, I., Santamaría, L., Esteban-Torres, M., ... Landete, J. M. (2017). Biotransformation of phenolics by *Lactobacillus plantarum* in fermented foods. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* içinde (ss. 63–83). Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-802309-9.00004-2.

Nawab, A., Li, G., An, L., Nawab, Y., Zhao, Y., Xiao, M., Sun, C. (2020). The potential effect of dietary tannins on enteric methane emission and ruminant production, as an alternative to antibiotic feed additives-a review. *Annals of Animal Science*, 20(2), 355–388. doi:10.2478/aoas-2020-0005.

Nishimura, H., Nonaka, G. I. ve Nishioka, I. (1986). Scyllo-quercitol gallates and hexahydroxydiphenolates from *Quercus stenophylla*. *Phytochemistry*, 25(11), 2599–2604. doi:10.1016/S0031-9422(00)84517-3.

Nocek, J. E. ve Russell, J. B. (1988). Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science*, 71(8), 2070–2107. doi:10.3168/jds.S0022-0302(88)79782-9.

Nocek, James E. (1997). Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 1005–1028. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76026-0.

- Nonaka, G., Nishimura, H. ve Nishioka, I. (1985). Tannins and related compounds. Part26. Isolation and structures of stenophyllanins a, b, and c, novel tannins from quercus stenophylla. *J. Chem. Soc. Perkin Trans.*, 1(4), 163.
- Norris, A. B., Tedeschi, L. O., Foster, J. L., Muir, J. P., Pinchak, W. E. ve Fonseca, M. A. (2020). Influence of quebracho tannin extract fed at differing rates within a high-roughage diet on the apparent digestibility of dry matter and fiber, nitrogen balance, and fecal gas flux. *Animal Feed Science and Technology*, 260. doi:10.1016/j.anifeedsci.2019.114365.
- NRC. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle - *National Research Council* (7. Edition.). National academy Press Washington D.C.
- Nursoy, H. ve Şahin, E. (2017). Son metodlara göre yemlerin kuru madde analizleri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6(1), 61–66.
- Nursoy, H., Şahin, E. ve Terlemez, F. (2018). Kanola bitkisi ve ürünlerinin ruminant beslemede kullanımı. *Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 109–114.
- Ohshima, M. ve McDonald, P. (1978). A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 29(6), 497–505. doi:10.1002/jsfa.2740290602.
- Osborn, T. C., Kole, C., Pa, I. A. P., Parkin, I., Sharpe, A., Kuiper, M., Trick, M. (1997). Comparison of flowering time genes in brassica rapa. *Genetics Society of America*, 146, 1123–1129.
- Östling, C. E. ve Lindgren, S. E. (1991). Bacteria in manure and on manured and NPK-fertilised silage crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55(4), 579–588. doi:10.1002/jsfa.2740550409.
- Özaslan Parlak, A. ve Sevimay, C. S. (2007). Arpa ve buğday hasadından sonra bazı yem bitkilerinin ikinci ürün olarak yetiştirilme imkanları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2), 101–107. doi:10.1501/Tarimbil_0000000446.
- Özekan, D. ve Mumcu Akan, H. D. (2023). Türkiye'nin tarımsal ürün deseninin batı ve orta anadolu özelinde analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 9(2), 251–272.
- Özen, N., Kırkpınar, F., Özdoğan, M., Ertürk, M. ve Yurtman, Y. (2005). Hayvan Besleme. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi. 3-7 Ocak, Ankara*.
- Özkan, F. (2019). Süt ineklerinin beslenmesinde yaş şeker pancarı posası, lenox ve ryegrass silajlarının, mısır silajı ile karşılaştırmalı olarak kalitelerinin belirlenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Özkan, U. ve Demirbağ, N. (2016). Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 23–27.
- Özkan, U. (2020a). Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme. *Türk Ziraat Mühendisliği Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 29–43.
- Özkan, U. (2020b). Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme. *Turkish Journal Of Agricultural Engineering Research (Turkager) (Türk Ziraat Mühendisliği Araştırmaları Dergisi)*, 1(April), 29–43.
- Öztürk, M. U. (2021). Lenox (brassica rapa l.) Bitkisinin silolanma özellikleri, in vitro sindirilebilirlik ve enerji içeriğine farklı katkıların etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Pahlow, G., Muller, T. ve Lier, D. (1995). Einflub des ernteverfahrens auf die nachweisbarkeit epiphytischer laktobakterien von futterpflanzen. *Wirtschaft Futter* içinde (ss. 306–326).

Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elfrink, S. J., Oude Elferink, S. J. W. . ve Spoelstra, S. F. (2003). Microbiology of ensiling. *Microbiology of Ensiling* (Agronomy., ss. 31–93).

Patra, A. K. ve Saxena, J. (2011). Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(1), 24–37. doi:10.1002/jsfa.4152

Paul, S., Geng, C. A., Yang, T. H., Yang, Y. P. ve Chen, J. J. (2019). Phytochemical and Health-Beneficial Progress of Turnip (*Brassica rapa*). *Journal of Food Science*, 84(1), 19–30. doi:10.1111/1750-3841.14417.

Paulot, F., Jacob, D. J., Pinder, R. W., Bash, J. O., Travis, K. ve Henze, D. K. (2014). Ammonia emissions in the United States, european union, and China derived by high-resolution inversion of ammonium wet deposition data: Interpretation with a new agricultural emissions inventory (MASAGE_NH3). *Journal of Geophysical Research*, 119(7), 4343–4364. doi:10.1002/2013JD021130.

Pengpeng, W. ve Tan, Z. (2013). Ammonia Assimilation in Rumen Bacteria: A Review. *Animal Biotechnology*, 24(2), 107–128. doi:10.1080/10495398.2012.756402.

Pereira, L. S. (2017). Water, Agriculture and Food: Challenges and Issues. *Water Resources Management*, 31(10), 2985–2999. doi:10.1007/s11269-017-1664-z.

Peterson, W. H., Bohstedt, G., Bird, H. R. ve Beeson, W. M. (1935). The preparation and nutritive value of a.i.v. Silage for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 18(1), 63–78. doi:10.3168/jds.S0022-0302(35)93114-9.

Phillips, C. (1988). The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. *Grass and Forage Science*, 43(3), 215–230. doi:10.1111/j.1365-2494.1988.tb02147.x.

Pierre, P. S., Jansen, J. J., Hordijk, C. A., van Dam, N. M., Cortesero, A. M. ve Dugravot, S. (2011). Differences in volatile profiles of turnip plants subjected to single and dual herbivory above- and belowground. *Journal of Chemical Ecology*, 37(4), 368–377. doi:10.1007/s10886-011-9934-3.

Piltz, J. W. ve Kaiser, A. G. (2004). Principles of silage preservation. *Successful Silage*, 25–56.

Piluzza, G., Sulas, L. ve Bullitta, S. (2014). Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: A review. *Grass and Forage Science*, 69(1), 32–48. doi:10.1111/gfs.12053.

Plaizier, J. C. (2004). Replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in barley grain and alfalfa-based total mixed rations for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2495–2505. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73374-3.

Playne, M. J. ve McDonald, P. (1966). The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 17(6), 264–268. doi:10.1002/jsfa.2740170609.

Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M. ve Piva, G. (2009). On the occurrence of aflatoxin M1 in milk and dairy products. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 984–991. doi:10.1016/j.fct.2007.10.005.

Rajasekar, N., Sivanantham, A., Ravikumar, V. ve Rajasekaran, S. (2021). An overview on the role of plant-derived tannins for the treatment of lung cancer. *Phytochemistry*, 188(April), 112799. doi:10.1016/j.phytochem.2021.112799.

Rajasekaran, S., Rajasekar, N. ve Sivanantham, A. (2021). Therapeutic potential of plant-derived tannins in non-malignant respiratory diseases. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 94, 108632. doi:10.1016/j.jnutbio.2021.108632.

Ramchiary, N. ve Lim, Y. P. (2011). Genetics of Brassica rapa L. *Genetics and Genomics of the Brassicaceae* içinde . doi:10.1007/978-1-4419-7118-0_8.

Rammer, C., Östling, C., Lingvall, P. ve Lindgren, S. (1994). Ensiling of manured crops—effects on fermentation. *Grass and Forage Science*, 49(3), 343–351. doi:10.1111/j.1365-2494.1994.tb02009.x.

Rao, S. C. ve Horn, F. P. (1986). Planting Season and Harvest Date Effects on Dry Matter Production and Nutritional Value of Brassica spp. in the Southern Great Plains. *Agronomy Journal*, 78(2), 327–333. doi:10.2134/agronj1986.00021962007800020023x.

Reay, D. S., Davidson, E. A., Smith, K. A., Smith, P., Melillo, J. M., Dentener, F. ve Crutzen, P. J. (2012). Global agriculture and nitrous oxide emissions. *Nature Climate Change*, 2(6), 410–416. doi:10.1038/nclimate1458.

Reed, J. (1995). Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*, 73(5), 1516–1528. doi:10.2527/1995.7351516x.

Reich, L. J. ve Kung, L. (2010). Effects of combining Lactobacillus buchneri 40788 with various lactic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Animal Feed Science and Technology*, 159(3–4), 105–109. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.06.002.

Rey, M., Enjalbert, F., Combes, S., Cauquil, L., Bouchez, O. ve Monteils, V. (2014). Establishment of ruminal bacterial community in dairy calves from birth to weaning is sequential. *Journal of Applied Microbiology*, 116(2), 245–257. doi:10.1111/jam.12405.

Richter, M., Baerlocher, K., Bauer, J. M., Elmadfa, I., Heseker, H., Leschik-Bonnet, E., ... Stehle, P. (2019). Revised Reference Values for the Intake of Protein. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(3), 242–250. doi:10.1159/000499374.

Rijsberman, F. R. (2006). Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*, 80(3), 5–22. doi:10.1016/j.agwat.2005.07.001.

Ringler, C. ve Zhu, T. (2015). Water resources and food security. *Agronomy Journal*, 107(4), 1533–1538. doi:10.2134/agronj14.0256.

Rinne, M., Nousiainen, J. ve Huhtanen, P. (2009). Effects of silage protein degradability and fermentation acids on metabolizable protein concentration: A meta-analysis of dairy cow production experiments. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1633–1642. doi:10.3168/jds.2008-1429.

Rodríguez, R., De La Fuente, G., Gómez, S. ve Fondevila, M. (2014). Biological effect of tannins from different vegetal origin on microbial and fermentation traits *in vitro*. *Animal Production Science*, 54(8), 1039–1046. doi:10.1071/AN13045.

Rondahl, T., Bertilsson, J. ve Martinsson, K. (2011). Effects of maturity stage, wilting and acid treatment on crude protein fractions and chemical composition of whole crop pea silages (*Pisum sativum* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 163(1), 11–19. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.09.017.

Rooke, J. A. ve Hatfield, R. D. (2003). Biochemistry of ensiling. *Biochemistry of Ensiling* içinde (ss. 95–139). doi:10.2134/agronmonogr42.c3.

Rosengrant, M., Cai, X. ve Cline, S. (2002). *World water and food to 2025*. Washington, DC: International Food Policy. <http://www.ifpri.org/publication/world-water-and-food-2025> adresinden erişildi.

Roszak, D. ve Colwell, R. (1987). Survival Strategies of Bacteria in the Natural Environment. *American Society for Microbiology*, 51(2), 365–379. doi:10.1002/sres.3850040205.

Sakata, T., Neogrady, S. ve Gálfi, P. (1991). Effects of volatile fatty acids on the epithelial cell proliferation of the digestive tract and its hormonal mediation. *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*, 49–59. doi:10.1016/b978-0-12-702290-1.50010-2.

Salawu, M. B., Acamovic, T., Stewart, C. S., Hvelplund, T. ve Weisbjerg, M. R. (1999). The use of tannins as silage additives: effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. *Animal Feed Science and Technology*, 82(3–4), 243–259. doi:10.1016/S0377-8401(99)00105-4.

Sánchez-Duarte, J. I. ve García, Á. (2017). Ammonia-N concentration in alfalfa silage and its effects on dairy cow performance: A meta-analysis. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 30(3), 175–184. doi:10.17533/udea.rccp.v30n3a01.

Sander, E. G., Warner, R. G., Harrison, H. N. ve Loosli, J. K. (1959). The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. *Journal of Dairy Science*, 42(9), 1600–1605. doi:10.3168/jds.S0022-0302(59)90772-6.

Scalbert, A. (1991). Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30(12), 3875–3883. doi:10.1016/0031-9422(91)83426-L.

Schnepf, R. (2011). U.S. livestock and poultry feed use and availability: Background and emerging issues. *Feed Market Dynamics and U.S. Livestock Implications*, 1–27.

Schofield, P., Mbugua, D. M. ve Pell, A. N. (2001). Analysis of condensed tannins: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 91(1–2), 21–40. doi:10.1016/S0377-8401(01)00228-0.

Schulze, E. D., Luyssaert, S., Ciais, P., Freibauer, A., Janssens, I. A., Soussana, J. F., Gash, J. H. (2009). Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. *Nature Geoscience*, 2(12), 842–850. doi:10.1038/ngeo686.

Scudamore, K. A. ve Livesey, C. T. (1998). Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77(1), 1–17. doi:10.1002/(SICI)1097-0010(199805)77:1<1::AID-JSFA9>3.0.CO;2-4.

Seglar, B. (2003). Fermentation Analysis and Silage Quality Testing. *University of Minnesota College of Veterinary Medicine Dairy Health Conference* içinde (s. 119).

Seo, J. K., Kim, M. H., Yang, J. Y., Kim, H. J., Lee, C. H., Kim, K. H. ve Ha, J. K. (2013). Effects of synchronicity of carbohydrate and protein degradation on rumen fermentation characteristics and microbial protein synthesis. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(3), 358–365. doi:10.5713/ajas.2012.12507.

Sepperer, T., Tondi, G., Petutschnigg, A., Young, T. M. ve Steiner, K. (2020). Mitigation of ammonia emissions from cattle manure slurry by tannins and tannin-based polymers. *Biomolecules*, 10(4). doi:10.3390/biom10040581.

Shingfield, K. J., Jaakkola, S. ve Huhtanen, P. (2001). Effects of level of nitrogen fertilizer application and various nitrogenous supplements on milk production and nitrogen utilization of dairy cows given grass silage-based diets. *Animal Science*, 73(3), 541–554. doi:10.1017/S1357729800058513.

Siddons, R. C., Nolan, J. V., Beever, D. E. ve Macrae, J. C. (1985). Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. *British Journal of Nutrition*, 54(1), 175–187. doi:10.1079/bjn19850103.

Silanikove, N., Nitsan, Z. ve Perevolotsky, A. (1994). Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (cerutoni siliquu) by sheep. *J. Agric. Food Chem*, 42, 2844–2847.

Silanikove, N., Perevolotsky, A. ve Provenza, F. D. (2001). Use of tannin-binding chemicals to

assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91(1–2), 69–81. doi:10.1016/S0377-8401(01)00234-6.

Sincik, M., Bilgili, U., Uzun, A. ve Acikgoz, E. (2007). Short communication. Harvest stage effects on forage yield and quality for rape and turnip genotypes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5(4), 510–516. doi:10.5424/sjar/2007054-286.

Song, H., Che, Z., Cao, W., Huang, T., Wang, J. ve Dong, Z. (2016). Changing roles of ammonia-oxidizing bacteria and archaea in a continuously acidifying soil caused by over-fertilization with nitrogen. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(12), 11964–11974. doi:10.1007/s11356-016-6396-8.

Soto, R. C., Muhammed, S. A., Newbold, C. J., Stewart, C. S. ve Wallace, R. J. (1994). Influence of peptides, amino acids and urea on microbial activity in the rumen of sheep receiving grass hay and on the growth of rumen bacteria *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 49(1–2), 151–161. doi:10.1016/0377-8401(94)90088-4.

Soundharrajan, I., Kim, D., Kuppusamy, P., Muthusamy, K., Lee, H. J. ve Choi, K. C. (2019). Probiotic and tritcale silage fermentation potential of *pediococcus pentosaceus* and *lactobacillus brevis* and their impacts on pathogenic bacteria. *Microorganisms*, 7(9), 1–19. doi:10.3390/microorganisms7090318.

Steele, M. A., Penner, G. B., Chaucheyras-Durand, F. ve Guan, L. L. (2016). Development and physiology of the rumen and the lower gut: Targets for improving gut health. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4955–4966. doi:10.3168/jds.2015-10351.

Steen, R. W. J., Gordon, F. J., Dawson, L. E. R., Park, R. S., Mayne, C. S., Agnew, R. E., ... Porter, M. G. (1998). Factors affecting the intake of grass silage by cattle and prediction of silage intake. *Animal Science*, 66(1), 115–127. doi:10.1017/S1357729800008894.

Stevens, C. E. ve Stettler, B. K. (1966). Transport of fatty acid mixtures across rumen epithelium. *The American journal of physiology*, 211(1), 264–271. doi:10.1152/ajplegacy.1966.211.1.264.

Stickland, L. H. (1934). Studies of the metabolism of the strict anaerobes (genus clostridium). I. Dehydrogenation reactions by suspensions of *Cl. sporogenes*. *Journal of the Franklin Institute*, 226(5), 667–668. doi:10.1016/s0016-0032(38)90089-4.

Stirling, A. C. ve Whittenbury, R. (1963). Sources of the Lactic Acid Bacteria Occurring in Silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 26(1), 86–90. doi:10.1111/j.1365-2672.1963.tb01160.x.

Storm, I. M. L. D., Sørensen, J. L., Rasmussen, R. R., Nielsen, K. F. ve Thrane, U. (2008). Mycotoxins in silage. *Stewart Postharvest Review*, 4(6). doi:10.2212/spr.2008.6.4.

Stryzewska, K. ve Pyś, J. (2006). Effects of different silage additives on the microbial population and aerobic stability of maize silage. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 15(Suppl. 1), 121–124. doi:10.22358/jafs/70157/2006.

Sun, R. (2015). Economic/Academic Importance of Brassica rapa. *The Brassica rapa Genome* içinde . doi:10.1007/978-3-662-47901-8.

Surmen, M. ve Kara, E. (2023). Forage turnip (brassica rapa l.). *Alternative Forage Crops - II* içinde (ss. 49–64). doi:10.5281/zenodo.10409537.

Suzuki, M. ve Lund, C. W. (1980). Improved Gas-Liquid Chromatography for Simultaneous Determination of Volatile Fatty Acids and Lactic Acid in Silage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(5), 1040–1041. doi:10.1021/jf60231a023.

Szczurek, A. (2021). Perspectives on tannins. *Biomolecules*, 11(3), 1–3. doi:10.3390/biom11030442.

Şahin, İ. F. ve Zaman, M. (2010). Hayvancılıkta Önemli Bir Yem Kaynağı: Silaj. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15(23), 1–18.

Tabacco, E., Borreani, G., Crovetto, G. M., Galassi, G., Colombo, D. ve Cavallarin, L. (2006). Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4736–4746. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72523-1.

Tamate, H., McGilliard, A. D., Jacobson, N. L. ve Getty, R. (1962). Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of Dairy Science*, 45(3), 408–420. doi:10.3168/jds.S0022-0302(62)89406-5.

Tan, Z. ve Murphy, M. R. (2004). Ammonia production, ammonia absorption, and urea recycling in ruminants. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13(3), 389–404. doi:10.22358/jafs/67425/2004.

Tapia, M. O., Stern, M. D., Koski, R. L., Bach, A. ve Murphy, M. J. (2002). Effects of patulin on rumen microbial fermentation in continuous culture fermenters. *Animal Feed Science and Technology*, 97(3–4), 239–246. doi:10.1016/S0377-8401(02)00007-X.

Taveira, M., Fernandes, F., Guedes de Pinho, P., Andrade, P. B., Pereira, J. A. ve Valentão, P. (2009). Evolution of Brassica rapa var. rapa L. volatile composition by HS-SPME and GC/IT-MS. *Microchemical Journal*, 93(2), 140–146. doi:10.1016/j.microc.2009.05.011.

Thomas, T. D., Ellwood, D. C. ve Longyear, V. M. C. (1979). Change from homo- to heterolactic fermentation by *Streptococcus lactis* resulting from glucose limitation in anaerobic chemostat cultures. *Journal of Bacteriology*, 138(1), 109–117. doi:10.1128/jb.138.1.109-117.1979.

Topçu, P. (2012). *Tarım arazilerinin korunması ve etkin kullanılmasına yönelik politikalar*.

Topçu, P. ve Çelik, N. (2012). *10. Ulusal tarım ekonomisi kongresi*.

TS EN ISO 4833-1. (2014). *Gıda zinciri mikrobiyolojisi-Mikroorganizmaların sayımı için yatay yöntem. Bölüm 1: Dökme plak tekniğiyle 30°C'ta koloni sayımı. Türk Standartları Enstitüsü*. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073088048122105071097056067073051073> adresinden erişildi.

TS ISO 21527-2. (2014). *Gıda zinciri mikrobiyolojisi - Mikroorganizmaların sayımı için yatay yöntem. Bölüm 2: Su aktivitesi 0,95'e eşit veya daha düşük olan ürünlerde koloni sayım tekniği. Türk Standartları Enstitüsü*.

TÜİK. (2023a). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 2023 Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Değerleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Veriler/GSYH.pdf> adresinden erişildi.

TÜİK. (2023b). 2023 yılı hayvansal üretim istatistikleri. *Tarım ve Orman Bakanlığı İstatistik Bilgi Sistemi*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Animal-Production-Statistics-2023-49681> adresinden erişildi.

TÜİK. (2023c). *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 2023 Yem Şalgamı Üretim Verileri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> adresinden erişildi.

Turan, E. S. (2018). Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 63–69. doi:10.21324/dacd.357384.

Turhan, Ş. (2017). Türkiye'de sulama yatırımlarının tarım alanlarının kullanım şekillerine etkisinin belirlenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 157–163. doi:10.24181/tarekoder.364887.

Türk, M., Albayrak, S., Balabanlı, C. ve Yüksel, O. (2009). Effects of fertilization on root and

leaf yields and quality of forage turnip (*Brassica rapa* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(3–4), 339–342.

Tyczewska, A., Twardowski, T. ve Woźniak-Gientka, E. (2023). Agricultural biotechnology for sustainable food security. *Trends in Biotechnology*, 41(3), 331–341. doi:10.1016/j.tibtech.2022.12.013.

Ülger, İ., Kaliber, M., Büyükkiliç Beyzi, S. ve Konca, Y. (2017). Sütten kesim öncesi dönemde farklı kalitedeki kaba yemlerle beslemenin holstein buzağuların performansı üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(4), 386–394. doi:10.15832/ankutbd.385867.

UN. (2022). World population prospects 2022. *United Nations*. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf adresinden erişildi.

Ussiri, D. ve Lal, R. (2013). Soil emission of nitrous oxide and its mitigation. Soil emission of nitrous oxide and its mitigation (ss. 1–28). doi:10.1007/978-94-007-5364-8.

Van Soest, P. J. ve Mason, V. C. (1991). The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 32(1–3), 45–53. doi:10.1016/0377-8401(91)90008-G.

Van Soest, P., Robertson, J. ve Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. *Cornell University Press* (2nd Editio., C. 2). Cornell University Press Ithaca, 476. doi:10.5860/choice.32-4505.

Van Zanten, H. H. E., Mollenhorst, H., Klootwijk, C. W., Van Middelaar, C. E. ve de Boer, I. J. M. (2016). Global food supply: land use efficiency of livestock systems. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(5), 747–758. doi:10.1007/s11367-015-0944-1.

Wang, J., Yang, B. Y., Zhang, S. J., Amar, A., Chaudhry, A. S., Cheng, L., Shan, A. S. (2021). Using mixed silages of sweet sorghum and alfalfa in total mixed rations to improve growth performance, nutrient digestibility, carcass traits and meat quality of sheep. *Animal*, 15(7), 100246. doi:10.1016/j.animal.2021.100246.

Wang, X., Yang, G., Feng, Y., Ren, G. ve Han, X. (2012). Optimizing feeding composition and carbon-nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw. *Bioresource Technology*, 120, 78–83. doi:10.1016/j.biortech.2012.06.058.

Wang, Yue, Li, X., Yang, J., Tian, Z., Sun, Q., Xue, W. ve Dong, H. (2018). Mitigating greenhouse gas and ammonia emissions from beef cattle feedlot production: a system meta-analysis. *Environmental Science and Technology* (C. 52). doi:10.1021/acs.est.8b02475.

Wang, Yuxi, Waghorn, G. C., Barry, T. N. ve Shelton, I. D. (1994). The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on plasma metabolism of methionine, cystine and inorganic sulphate by sheep. *British Journal of Nutrition*, 72(6), 923–935. doi:10.1079/bjn19940096.

Watson, A. G., Mujumdar, A. S., Thorat, B. N., Shirkole, S. S. ve Bhatkar, N. S. (2023). A simple solar crop drying and pasteurizing system appropriate for smallholder and subsistence farmers in tropical and subtropical regions. *Drying Technology*, 0(0), 1–16. doi:10.1080/07373937.2023.2182316.

Weatherburn, M. W. (1967). Phenol-Hypochlorite Reaction for Determination of Ammonia. *Analytical Chemistry*, 39(8), 971–974. doi:10.1021/ac60252a045.

Weigand, E., Young, J. W. ve McGilliard, A. D. (1975). Volatile fatty acid metabolism by rumen

mucosa from cattle fed hay or grain. *Journal of Dairy Science*, 58(9), 1294–1300. doi:10.3168/jds.S0022-0302(75)84709-6.

Weinberg, Z. G., Muck, R. E. ve Weimer, P. J. (2003). The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. *Journal of Applied Microbiology*, 94(6), 1066–1071. doi:10.1046/j.1365-2672.2003.01942.x.

Weinberg, Z. G., Szakacs, G., Ashbell, G. ve Hen, Y. (2001). The effect of temperature on the ensiling process of corn and wheat. *Journal of Applied Microbiology*, 90(4), 561–566. doi:10.1046/j.1365-2672.2001.01276.x.

Westhoek, H. J., Rood, G. A., Berg, M. Van Den ve Janse, J. H. (2011). The protein puzzle : the consumption and production of meat , dairy and fish in the european union. *European journal of food research & review* (c. 1). http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/Protein_Puzzle_web_1.pdf.%5Cn%5Cnhttp://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/Protein_Puzzle_web_1.pdf.%5Cn;%5Cnfile:///Users/dtgrassian/Library/Application%5CnSupport/Mendeley%5CnDesktop/Down adresinden erişildi.

Westwood, C. T. ve Mulcock, H. (2012). Nutritional Evaluation of Five Species of Forage Brassica. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 31–37. doi:10.33584/jnzg.2012.74.2881.

WHO. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint who/fao/unu expert consultation. *Geneva: WHO Press* (C. 935). https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf;jsessionid=0E0F7B896EC0899D44B17A88553D0E8E?sequence=1 adresinden erişildi.

Wilson, J. K. ve Webb, H. J. (1937). Water soluble carbohydrates in forage crops and their relation to the production of silage. *Journal of Dairy Science*, 20(5), 247–263. doi:10.3168/jds.S0022-0302(37)95693-5.

Winters, A. L., Merry, R. J., Müller, M., Davies, D. R., Pahlow, G. ve Müller, T. (1998). Degradation of fructans by epiphytic and inoculant lactic acid bacteria during ensilage of grass. *Journal of Applied Microbiology*, 84(2), 304–312. doi:10.1046/j.1365-2672.1998.00342.x.

Woolford, M. (1984). The silage fermentation. *Marcel Dekker Inc.* (C. 14). Marcel Dekker Inc.

Woolford, M. ve Pahlow, G. (1998). The silage fermentation. *Microbiology of Fermented Foods* içinde (ss. 73–102). https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0309-1_3 adresinden erişildi.

Wright, D., Gordon, F., Steen, R. ve Patterson, D. (2000). Factors influencing the response in intake of silage and animal performance after wilting of grass before ensiling: A review. *Grass and Forage Science*, 55(1), 1–13. doi:10.1046/j.1365-2494.2000.00198.x.

Xiong, J. L., Wang, Y. M., Zhou, H. L. ve Liu, J. X. (2018). Effects of dietary adsorbent on milk aflatoxin M1 content and the health of lactating dairy cows exposed to long-term aflatoxin B1 challenge. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8944–8953. doi:10.3168/jds.2018-14645.

Yavuz, K. (2022). Yem şalgamı tahıl karışımlarının ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi.

Yavuz, T., Kır, H. ve Gül, V. (2020). Türkiye’de kaba yem üretim potansiyelinin değerlendirilmesi: kırşehir ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 345–352. doi:10.19159/tutad.728119.

Yiannikouris, A. ve Jouany, J.-P. (2002). Mycotoxins in feeds and their fate in animals: A review. *Animal Researches*, 51, 81–99. doi:10.1051/animres:2002012.

Yıldız, S., Deniz, S., Özkan, F. ve Kale, Ç. (2022). Forage turnip (*Brassica rapa*) harvested in

different phases of vegetative stage and ensiled with the additives of molasses and barley and the effects of additives on silage quality, *in vitro* digestibility, and energy content. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(3), 475–482. doi:10.55730/1300-0128.4218.

Yılmaz, A., Yenice, E., Yavaş, İ. ve Çenesiz, A. (2020). Hayvan beslemede mevcut durum ve gelecek. Türkiye ziraat mühendisliği, 9. Teknik kongre, 13-12 Ocak 2020. https://www.mendeley.com/catalogue/2d5b1eab-c231-3d89-9b39-4db939b1d942/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B99fd8038-f0c1-43f1-9f00-b2da122bd98c%7D adresinden erişildi.

Yoshida, T., Ohbayashi, H., Ishihara, K., Ohwashi, W., Haba, K., Okano, Y., Okuda, T. (1991). Tannins and Related Polyphenols of Melastomataceous Plants. *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 19(9), 2233. <http://www.mendeley.com/research/geology-volcanic-history-eruptive-style-yakedake-volcano-group-central-japan/> adresinden erişildi.

Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P. ve Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*, 528(7580), 51–59. doi:10.1038/nature15743.

Zhu, M., Lai, J. K. ve Wachs, I. E. (2018). Formation of N₂O greenhouse gas during SCR of NO with NH₃ by supported vanadium oxide catalysts. *Applied Catalysis B: Environmental*, 224, 836–840. doi:10.1016/j.apcatb.2017.11.029.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Oğuz Koray BACAKSIZ
Eğitim	
Lise	Balıkesir Cumhuriyet Anadolu Lisesi (2007-2011)
Lisans	Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi (2011-2017)
Doktora	Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı (2018-2024)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	İyi derecede (YÖKDİL: 72.5, Kasım 2017)
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Kuruluş Adı	-

EKLER

EK-1: Etik Kurul İzin Belgesi

	T.C. SELÇUK ÜNİVERSİTESİ VETERİNER FAKÜLTESİ DENEY HAYVANLARI ÜRETİM VE ARAŞTIRMA MERKEZİ ETİK KURULU (SÜVDAMEK) KARARLARI				
Toplantı Tarihi	30.11.2023	Toplantı Sayısı	2023/13	Karar Sayısı	2023/144
Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mehmet Ali AZMAN tarafından sunulan ve Oğuz Koray BACAŞIZ'ın araştırmacı olarak yer aldığı "Yemlik Şalgam (Lenox/Brassica rapa L.) Silajına Tanen İlavesinin Silaj Fermantasyonu İle in vitro Sindirilebilirlik Üzerine Etkisi" başlıklı Tez Projesi başvurusu değerlendirilmiştir. Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliğin 8 inci maddesinin 8 inci fıkrasının (k) bendinde belirtilen maddeler gereğince; "1) Teşhis ve tedavi amaçlı klinik uygulamalar, 2) Ölü hayvan veya dokusu, mezbaha materyalleri, atık fetuslar ile yapılan prosedürler, 3) Süt sağma, 4) Dışkı veya althık örneği toplama, 5) Sürüntü ile örnek alma şeklindeki müdahaleler HADMEK iznine tabi değildir. Başvuruda, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi Etik Kurulu (SÜVDAMEK) Yönergesi ilkelerine uyulduğuna, projenin araştırma etiği açısından "Uygun olduğuna" oy birliği ile karar verilmiştir.					
Prof. Dr. Özgür ÖZDEMİR Başkan			Prof. Dr. İbrahim AYDIN Başkan Yardımcısı		
Prof. Dr. Ayşe ER Üye			Prof. Dr. Mustafa Selçuk ALATAŞ Hayvan Refahı Birimi Üyesi		
Doç. Dr. Nermin IŞIK USLU Üye (İzinli)		Doç. Dr. Hasan ALKAN Üye		Doç. Dr. Yusuf BİÇER Raportör Üye	
Vet. Hek. Dr. M. Sedat ARSLAN Üye		Mohan ÜLGİN Konya Doğayı ve Hayvanları Koruma Derneği Üyesi		Sabri YALICI Sivil Üye	

EK-2 : BAP Proje Kabul Sözleşmesi



T.C. BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ BİRİMİ SÖZLEŞMESİ

PROJE NO: 2022/137

MADDE 1: Balıkesir Üniversitesi tarafından desteklenmesine karar verilen **2022/137** no' lu, **"Yemlik şalgam (Lenox/Brassica rapa L.) silajına tanen ilavesinin silaj fermantasyonu ile in vitro sindirilebilirlik üzerine etkisi"** isimli projenin, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönergesiyle belirlenen esaslar dahilinde yürütülmesi ve sonuçlandırılması amacıyla Balıkesir Üniversitesi Rektör Yardımcısı **Prof. Dr. Cevdet AVCIKURT** ile proje yürütücüsü **Prof. Dr. Mehmet Ali AZMAN** arasında aşağıda belirlenen koşullarla işbu sözleşme imzalanmıştır.

MADDE 2: Proje yürütücüsü, projenin Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönergesi ve bu sözleşme hükümlerinde öngörülen amaç, kapsam, süre ve diğer hususlara uygun olarak yürütülmesi ve sonuçlandırılmasından sorumludur.

MADDE 3: Desteklenmesi kabul edilen projenin amaç, kapsam, süre, program, yardımcı araştırmacılar ve bütçesinde yapılacak değişiklikler, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunun kararıyla mümkündür.

MADDE 4: Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında alınan demirbaşlar bölüm ayniyat mutemetlerine zimmetlenir. Adı geçen demirbaş ürününün proje bitim tarihinden itibaren 1 (bir) ay içerisinde iade edilmesinden proje yürütücüsü sorumlu olup, iade işleminin belirlenen süre içerisinde yapılmamasının sonucunda proje yürütücüsü ürün bedelini karşılayacağını kabul eder.

MADDE 5: Proje yürütücüsü, aşağıdaki tarihlerde ara ve sonuç raporlarını istenilmeden teslim etmek zorundadır :

1.Ara Rapor - 14-11-2022 - 13-05-2023

2.Ara Rapor - 14-05-2023 - 13-11-2023

3.Ara Rapor - 14-11-2023 - 13-05-2024

Sonuç Raporu - 14-05-2024 - 13-11-2024

Ayrıca istenildiğinde proje ile ilgili ayrıntılı bilgileri ve kayıtları Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna vermekle yükümlüdür. Ara Raporlarının, kabul edilebilir mazeret bildirmeksizin bu sözleşme ile belirlenen tarihlerde teslim edilmemesi halinde proje yürütücüsüne ödeme yapılmaz bu durumda Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu projeyi iptal edebileceği gibi proje yürütücüsünün değiştirilmesine de karar verebilir.

Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenen projeler Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunun ve / veya bu komisyonun belirleyeceği proje izleyicileri tarafından yerinde incelenebilir; proje yürütücüsü izleyicilere istenilen her türlü belgeyi vermekle yükümlüdür.

MADDE 6: Proje yürütücüsü, sonuçlanan projenin tüm yönlerini ve sonuçlarını kapsayan Kesin raporunu sözleşme tarihinin sona ermesinden itibaren dört ay içinde Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nce hazırlanmış olan **"Kesin Raporu"** formatına uygun olarak Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine vermekle yükümlüdür. **Kesin Raporun kabul edilen sürede sunulmaması veya kabul edilebilir bir mazeret bildirilmemesi halinde proje iptal edilir.**

Bilimsel Araştırmalar ciltlenmiş olarak sunulan **"Kesin Raporu"** Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından incelendikten sonra kabul edilebilir veya gerekli düzeltmelerin yapılması istenebilir. Yapılan değişikliklerden sonra **Kesin Raporu** yeniden değerlendirilir. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından Kesin Raporda yapılması istenilen değişiklikler için tanınan süre azami proje süresinin kullanılmış olması halinde 2 ayı geçemez.

MADDE 7: Proje yürütücüsünün gerçekçi gerekçeler sunması koşuluyla, projeye en fazla toplam bütçesinin %50'si kadar ek ödenek ve / veya 1 yıla kadar ek süre verilmesi konusu Komisyon tarafından değerlendirilebilir.

MADDE 8: Proje yürütücüsü, tamamlanan proje ile ilgili veri, kayıt ve dokümanları en az 10 yıl saklamak zorundadır.

MADDE 9: Proje yürütücüsü, proje ile ilgili verileri ve bulguları, yayınladığı her türlü yazı, makale ve sunduğu bildirilerde "Balıkesir Üniversitesi tarafından desteklenmiştir." ibaresini belirtmek zorundadır.

MADDE 10: Proje ile ilgili çalışmaların sürdürülmesinde, işyeri ve proje personeli yönünden çalışmanın gerektirdiği her türlü güvenlik önlemlerinin alınmasından proje yürütücüsü sorumludur.

MADDE 11: Bilimsel Araştırma Birimi Komisyonunca desteklenmek suretiyle ele alınan bu projenin sonucunda 17.7.1963 tarih ve 278 sayılı Kanunun 2/a maddesine göre bir iktira meydana gelirse bu iktira aynı kanunun 21. maddesi uyarınca Bilimsel Araştırma Birimi Komisyonuna ait olacaktır. Ancak Bilimsel Araştırma Birimi Komisyonunun bu iktiradan dolayı usulüne uygun olarak istihsal edeceği patenti satma yahut kiralama yolu ile elde edeceği bedel veya kiranın %30'u iktirayı yapan veya yapanlara verilecektir.

MADDE 12: Projeden elde edilen bilimsel sonuçların telif hakkı Balıkesir Üniversitesine aittir.

MADDE 13: Proje kapsamında alınan araç-gereç vb. Üniversitemiz Öğretim Elemanlarının kullanımına açıktır.

MADDE 14: Bu sözleşme ile öngörülen toplam maddi destek miktarı ve ödeme planı bilimsel araştırma projeleri ödeneklerinin nakit akışında meydana gelebilecek kısıntıların neden olacağı aksamalar mücbir sebep olarak kabul edilir ve bu nedenle taraflar sorumlu tutulamazlar.

MADDE 15: Lisansüstü Öğrenim Araştırma projelerinden tez basımı dışında, bir (1) yıl içinde yayın yapılmadığı takdirde, tez yürütücüsü tezi yapanında adının geçmesi koşuluyla tezden yayın hazırlamak hakkına da sahiptir.

MADDE 16- Projeler kapsamında alınan makine ve teçhizat için ayrıca oda, derslik, laboratuvar vb. gibi yerler talep edilmeyecektir.

MADDE 17- Projeyi desteklemek amacıyla Balıkesir Üniversitesi tarafından 2022 yılı için; **TÜKETİME YÖNELİK MAL VE MALZEME ALIMLARI : 14.207,30 TL, HİZMET ALIMLARI : 21.532,00 TL, MENKUL MAL,GAYRİMADDİ HAK ALIM,BAKIM VE ONARIM GİDERLERİ : 100,00 TL,** olmak üzere toplamda **35.839,30 TL** ödenek sağlanacaktır.

MADDE 18- .../.../2020 tarihinde taraflarca imzalanan bu sözleşmenin yürürlük süresi 24 aydır. Proje yürütücüsüne ek süre verilmesi halinde bu sözleşme ek sürede de geçerli olup, ayrı bir sözleşme imzalanmaz.

MADDE 19- Proje kapsamındaki yazışmalar, ara rapor, sonuç raporu, harcama işlemleri ve takibinde tüm sorumluluk proje yürütücüsüne ait olup, bu işlemlerden doğabilecek hata ve zararlar proje yürütücüsü tarafından karşılanır.

MADDE 20- Sözleşme giderleri Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından ödenir.

MADDE 21- Anlaşmazlık halinde yetkili merci Balıkesir Mahkeme ve İcra Daireleridir.

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
adına

Prof. Dr. Cevdet AVCIKURT
Rektör Yardımcısı

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

Prof. Dr. Mehmet Ali AZMAN
Öğretim Üyesi



Eğitimde, bilimde, sanatta çağdaş...



Balıkesir Üniversitesi
Tıp Fakültesi Dekanlık Binası
Çağış Yerleşkesi/BALIKESİR



(0 266) 612 14 62
sagbilen@balikesir.edu.tr
<http://www.balikesir.edu.tr>

