



**SODYUM HİDROKSİT VE İNOKULANT İLAVE EDİLEN PİRİNÇ SAMANININ
SİLAJLIK MISIR VE YAŞ ŞEKER PANCARI POSASI İLE SİLOLANMASININ
BESLEYİCİ DEĞER VE İN VİTRO SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ**

Süleyman HACİSALİHOĞLU

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. İbrahim Sadi ÇETİNGÜL

Tez No:

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

**SODYUM HİDROKSİT VE İNOKULANT İLAVE EDİLEN PİRİNÇ SAMANININ
SİLAJLIK MISIR VE YAŞ ŞEKER PANCARI POSASI İLE SİLOLANMASININ
BESLEYİCİ DEĞER VE İN VİTRO SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ**

Hazırlayan
Süleyman HACISALİHOĞLU

Danışman
Prof. Dr. İbrahim Sadi ÇETİNGÜL

Tez No:
AFYONKARAHİSAR

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

Proje No: ‘23-SAĞ.BİL.09’

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı öğrencisi** Süleyman HACISALİHOĞLU tarafından hazırlanan “**Sodyum Hidroksit ve İnokulant İlave Edilen Pirinç Samanının Silajlık Mısır ve Yaş Şeker Pancarı Posası ile Silolanmasının Besleyici Değer ve İn Vitro Sindirilebilirlik Üzerine Etkisi**” adlı tez çalışması Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca 05/09/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir

Başkan

Prof. Dr. Adnan ŞEHU

İmza

Üye

Prof. Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL

İmza

Üye

Prof. Dr. İsmail BAYRAM

İmza

Üye

Doç. Dr. Habip MURUZ

İmza

Üye

Dr. Öğr. Üye. Murat TANDOĞAN

İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Esmâ KOZAN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

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

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

19/ 09/ 2024

İmza

Süleyman HACISALİHOĞLU

ÖZET

Sodyum Hidroksit ve İnokulant İlave Edilen Pirinç Samanının Silajlık Mısır ve Yaş Şeker Pancarı Posası ile Silolanmasının Besleyici Değer ve İn Vitro Sindirilebilirlik Üzerine Etkisi

Bu araştırma pirinç samanına Silajlık Mısır(SM) ve Yaş Şeker Pancarı Posası(YŞPP) ilave edilerek silaj olabilme kabiliyetini belirlemek için planlanmıştır. Çalışma kapsamında 6 ana grup oluşturulmuştur. Oluşturulan gruplardan farklı yem kaynağı olarak 3 tanesinde SM, 3 tanesinde YŞPP kullanılmıştır. Bütün gruplardan SM ve YŞPP içeren birer kontrol grubu bulunmaktadır. Kontrol gruplarına herhangi bir katkı maddesi ilave edilmemiştir. SM ve YŞPP içeren bir gruba NaOH ve bir gruba da Lactobacillus plantarum katılmıştır. Araştırmada oluşturulan gruplar 200 gr' lık vakumlu poşetler içerisinde 60 günlük fermentasyona bırakılmıştır.

Altmış günlük fermentasyon sonrasında grupların Kuru Madde(KM), Ham Kül(HK), Ham Protein(HP), Ham Yağ(HY), Nötral Deterjan Fiber(NDF), Asit Deterjan Fiber(ADF), Laktik Asit(LA), Bütirik Asit(BA), Asetik Asit(AA), Propiyonik Asit(PA) ve pH analizleri yapılmıştır. Daha sonrasında örnekler; ineekten(İsviçre Esmeri) elde edilen rumen sıvısı eşliğinde Daisy^{II} inkübatörde 72 saat inkübasyonda bekletilmiştir. İn vitro sindirim deneme sonrasında örneklerde HK, HP, HY, NDF ve ADF analizleri yapılarak in vitro sindirim düzeyleri tespit edilmiştir.

NaOH ilavesinin silaj örneklerinin KM sindirilebilirliğini arttırdığı görülmüştür. HP sindirilebilirliği YŞPP içeren gruplarda SM içeren gruplara kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Örneklerin in vitro sindirim denemeleri ile NDF ve ADF seviyelerinde azalmaların olduğu görülmüştür. En yüksek NDF sindiriminin NaOH içeren gruplarda meydana geldiği görülmüştür. Araştırmada YŞPP bulunan gruplarda NDF ve ADF sindirimlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Analizlerden elde edilen sonuçlara bağlı olarak pirinç samanı ve YŞPP' nin birlikte olduğu gruplarda daha yüksek sindirilebilirlik ortaya koyduğu dikkat çekmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen bilgiler ile gelecekte pirinç samanları ile ilgili yapılacak farklı çalışmalarla pirinç samanının sindirilebilirliğinin daha da iyileştirilmesinin mümkün olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İn Vitro, Pirinç, Saman, Silaj



SUMMARY

Effect of Ensiling Rice Straw with Sodium Hydroxide and Inoculant Added Corn Silage and Sugar Beet Pulp on Nutritional Value and In Vitro Digestibility

This research was planned to determine the silage ability of rice straw by adding Corn Silage(CS) and Fresh Sugar Beet Pulp(FSBP). 6 main groups were created within the scope of the study. CS was used as a different feed source in 3 of the groups and FSBP was used in 3 of them. Each group has a control group containing SM and YŞPP. No additives were added to the control groups. NaOH was added to a group containing CS and FSBP, and Lactobacillus plantarum was added to a group. The groups created in the research were left to ferment for 60 days in 200 gr vacuum bags.

After sixty days of fermentation, Dry Matter(DM), Crude Ash(CA), Crude Protein(CP), Crude Fat(CF), Neutral Detergent Fiber(NDF), Acid Detergent Fiber(ADF), Lactic Acid(LA), Butyric Acid(BA), Acetic Acid(AA), Propionic Acid(PA) and pH analyses of the groups were performed. Afterwards, the samples were incubated in the Daisy^{II} incubator with rumen fluid obtained from the cow (Swiss Brown) for 72 hours. After the in vitro digestion trial, DM, CP, CF, NDF and ADF analyses were performed on the samples to determine in vitro digestion levels.

It was observed that the addition of NaOH increased the DM digestibility of the silage samples. CP digestibility was found to be higher in the groups containing FSBP compared to the groups containing CS. In vitro digestion experiments of the samples revealed decreases in NDF and ADF levels. It was observed that the highest NDF digestion occurred in the groups containing NaOH. In the study, it was observed that NDF and ADF digestion was higher in the groups with FSBP. Based on the results obtained from the analysis, it was noted that higher digestibility was observed in the groups containing rice straw and FSBP together. It is thought that with the information obtained within the scope of the study, it will be possible to further improve the digestibility of rice straw with different studies to be conducted on rice straws in the future.

Key Words: In Vitro, Rice, Straw, Silage,



ÖNSÖZ

Bu tezin tasarlanmasından, yapım ve yazım aşamasına kadar bana her türlü sonsuz desteğini veren danışman hocam Prof. Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL' e teşekkürlerimi sunarım. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı hocalarım Prof. Dr. İsmail BAYRAM, Doç. Dr. Cangir UYARLAR, Dr. Öğr. Üye. Ümit ÖZÇINAR hocalarıma ve çalışmanın başından itibaren maddi-manevi her zaman yanımda olan ve istatistiksel hesaplamalar konusunda desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Muhammet Emre ORMAN' a gönülden teşekkür ederim. Tez sürecim boyunca bana her türlü desteği sunan eşim Tuba HACISALİHOĞLU ve oğlum Ahmet Yağız HACISALİHOĞLU' na teşekkür ederim. Ayrıca çalışmama sağlamış oldukları destekten ötürü Afyon Kocatepe Üniversitesi BAPK ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü personellerine teşekkürlerimi sunarım. Çalışma kapsamında yardımcı olan AKÜ Veteriner Fakültesi Eğitim ve Araştırma Çiftliği personellerine teşekkür ederim. Beni büyüten ve bu günlere gelmemde emeği geçen bütün büyüklerime ve aileme gönülden teşekkür ederim.

Süleyman HACISALİHOĞLU

Afyonkarahisar

2024

İÇİNDEKİLER

SAYFA

KABUL VE ONAY SAYFASI

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

ÖZET I

SUMMARY III

ÖNSÖZ SAYFASI V

İÇİNDEKİLER VI

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ VIII

ÇİZELGELER DİZİNİ XI

RESİMLER DİZİNİ XII

1. GİRİŞ 1

1.1. Kaba Yemlerin Ruminant Beslemede Önemi 2

1.2. Kaba Yem Temininde Yaşanan Sıkıntılar 3

1.3. Bazı Alternatif Kaba Yem Kaynakları 3

1.4. Pirinç Samanı 4

1.4.1. Pirinç Samanının Besin Madde İçeriği ve hayvan Beslemede Kullanımı 6

1.4.2. Pirinç Samanının Besleyici Değerinin Artıran Uygulamalar 8

1.5. Pirinç Samanının Silolama İmkanları 8

1.6. Yaş Şeker Pancarı Posası 9

1.7. Mısır Silajı 10

1.8. Bazı Silaj Katkı Maddelerinin Kullanımı 11

1.8.1. Sodyum Hidroksit 11

1.8.2. Lactobacillus plantarum 12

1.9. Silaj Kalite Parametreleri 13

1.9.1. Silajların Asitlik Değeri 14

1.9.2. Organik Asitler 15

1.9.3. Flieg Puanı 15

1.10. Yemlerin Sindirilme Derecesinin Belirlenmesi(İn Vitro) 15

1.10.1. Daisy İnkübatör 16

2. MATERYAL VE METOT 18

2.1 Materyal 18

2.1.1. Hayvan Materyali 18

2.1.2. Yem Materyali 19

2.1.3. Katkılar 19

2.1.4. İnkübatör Keseleri	19
2.2. Metot	20
2.2.1. Deneysel Tasarım	20
2.2.2. Silajın Hazırlanması	20
2.2.3. Örneklerin Hazırlanması	22
2.2.4. pH' ın Ölçülmesi ve Flieg Puanı	22
2.2.5. Daisy İnkübatör İçin Örnek Hazırlama	23
2.2.6. Daisy İnkübatör İçin İnokulum Hazırlama	23
2.2.7. Daisy İnkübatör İçin Tampon Çözelti Hazırlama	24
2.2.8. İnkübasyon ve Hesaplamalar	26
2.2.9. Kimyasal Analizler	27
2.2.10. Organik Asit Analizleri	29
2.2.11. İstatiksel Analizler	29
3. BULGULAR	30
3.1. Silajlık Materyalin Besin Madde İçerikleri	30
4. TARTIŞMA	36
4.1. İn Vitro Sindirim Sonrası	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
6. KAYNAKLAR	47
7. EKLER	53
7.1. Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Kararı	53
ÖZGEÇMİŞ	55

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C: Santigrat Derece

%: Yüzde

gr: Gram

Kg: kilogram

ml: Mililitre

lt: Litre

N: Normalite

ADF: Asit Deterjan Fiber

NDF: Nötral Deterjan Fiber

LAB: Laktik Asit Bakterisi

BAP: Bilimsel Araştırma Projeleri

KM: Kuru Madde

HK: Ham Kül

HP: Ham Protein

HY: Ham Yağ

CO₂: Karbondioksit

H: Hidrojen

pH: Asit Baz Değeri

NaOH: Sodyum Hidrooksit

L.plantarum: Lactobacillus plantarum

FAO: Food and Agriculture Organization

USDA: United States Department of Agriculture

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

CaCl₂.2H₂O: Kalsiyum Klorür Dehidrat

NaCl: Sodyum Klorür

MgSO₄.7H₂O: Magnezyumsülfat Heptahidrat

KH₂PO₄: Monopotasyum Fosfat

Na₂CO₃: Sodyum Karbonat

Na₂S.9H₂O: Sodyum Sülfat

KOH: Potasyum Hidroksit
Ca(OH)₂: Kalsiyum Hidroksit
NH₃: Amonyak
O₃: Ozon
SO₂: Kükürt Dioksit
ClO₂: Klorit
C₂CH₄O₃: Perasetik Asit
MnO₄: Permanganat
NH₃: Amonyak
LA: Laktik Asit
BA: Bütirik Asit
PA: Propiyonik Asit
AA: Asetik Asit
ŞPPK: Şeker Pancarı Posası Kontrol
ŞPPNaOH: Şeker Pancarı Posası NaOH
ŞPPLP: Şeker Pancarı Posası L.plantarum
SMK: Silajlık Mısır Kontrol
SMNaOH: Silajlık Mısır NaOH
SMLP: Silajlık Mısır L.plantarum
cfu: Koloni Oluşturan Birimler
IVKMS: İn Vitro Kuru Madde Sindirim
IVADFS: İn Vitro Asit Detergent Fiber Sindirim
IVNDFS: İn Vitro Nötral Detergent Fiber Sindirim
IVHPS: İn Vitro Ham Protein Sindirim
ANOVA: Analysis of Variance
mg: Miligram
sn: Saniye
O₂: Oksijen
UYA: Uçucu Yağ Asitleri
vd: Ve Diğerleri
vb: Ve Bazı
IU: International Unit
SM: Silajlık Mısır

YŞPP: Yaş Şeker Pancarı Posası

CA: Canlı Ağırlık

T1: Kese ağırlığı

T2: Numune ağırlığı

T3: Analiz sonrası ağırlık

D1: Boş kese düzeltme faktörü (etüvde kurutma sonrasındaki boş kesenin ağırlığı)

H₂SO₄: Sülfirik Asit

min: Minute

µm: Mikrometre

TE: Tespit Edilemedi

ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
Çizelge 1.1: Türkiye’ deki pirinç üretimi	5
Çizelge 1.2: Dünya üzerinde son 5 yıldaki en fazla pirinç üreten 5 ülke	6
Çizelge 1.3: Samanlar Kuru madde ve Organik madde	7
Çizelge 2.1: Hayvan materyali rasyon bileşimi	18
Çizelge 2.2: Hayvan materyali konsantre yem besin madde bileşimi	19
Çizelge 2.3: Grupların yem içerikleri ve katkı maddeleri oranları	20
Çizelge 2.4: Flieg Puan Değerlendirme Tablosu	23
Çizelge 2.5: Tampon çözelti A	24
Çizelge 2.6: Tampon çözelti B	24
Çizelge 3.1: Silaj yapımında kullanılan yem hammaddeleri besin değerleri	30
Çizelge 3.2: Silaj gruplarının besin madde değerleri	31
Çizelge 3.3: Silaj gruplarının pH ve organik asit değerleri	33
Çizelge 3.4: Grupların Flieg puanları	34
Çizelge 3.5: Silajların in vitro sindirim düzeyleri	34

RESİMLER DİZİNİ

SAYFA

Resim 1.1: Pirinç samanı	5
Resim 1.2: Silaj oluşum evreleri	10
Resim 1.3: Daisy inkübatör(ANKOM)	16
Resim 2.1: Vakumlanmış poşetlerin muhafaza edilmesi	22
Resim 2.2: Rumen sıvısı alımı	24
Resim 2.3: Örneklerin Daisy inkübatör içerisinde in vitro sindirimi	26
Resim 2.4: Daisy inkübatörden çıkartılmış keseler	27

1. GİRİŞ

Pirinç samanı, Türkiye’de en bol bulunan ürün artıklarından biridir. Ancak, pirinç samanının çoğu doğrudan sahada atılmakta veya yakılmakta olup toz ve sera gazları gibi büyük kirleticiler üretmektedir (Kuriqi vd., 2016). Ruminantlar için potansiyel bir yem kaynağı olarak pirinç samanı, düşük maliyet ve bol miktarda bulunma avantajlarına sahiptir. Ancak, yüksek lif içeriği mikroorganizmalar tarafından kullanımını azaltır ve ruminal fermentasyonda düşük sindirime yol açar (Yu vd., 2016).

Günümüzde yüksek lifli yemlerin parçalanabilirliğini artırmak ve rumende fermentasyon verimliliğini iyileştirmek için bir dizi yöntem kullanılmaktadır (Bhutto vd., 2017). Samanın fiziksel ve biyolojik işlemlerinin yanı sıra, rumen mikroorganizmalarının kolayca fermente ettiği karbonhidratları(örn. hemiselülozlar) serbest bırakmak amacıyla hücre duvarındaki interpolimer bağları kırmak için kimyasallar kullanılabilir (Jung ve Deetz, 1993). Sodyum Hidroksit(NaOH), Potasyum Hidroksit(KOH), Kalsiyum Hidroksit(Ca(OH)₂) veya üre gibi alkalilerin uygulanması esas olarak sindirilebilirliğin iyileştirilmesiyle ilişkilidir ve düşük kaliteli yemlerin değerini artırabilir (Adesogan vd., 2019).

Silaj, yem bitkilerinin korunması için yaygın bir yöntemdir. Silolamada, laktik asit bakterileri(LAB), yem bitkisindeki suda çözünen karbonhidratları kullanarak laktik asit üretir (Zhao vd., 2021). Laktik asit silajın pH' ını düşürür ve zararlı mikroorganizmaların büyümesini engeller (Dong vd., 2022). Yemlerin silolanması noktasında yararlı mikroorganizmalar katılarak mikroorganizma-yem karışımı oluşturulur. Pirinç samanı gibi bir substrat yem maddesine mikroorganizmalar inoküle edildiğinde pirinç samanının içerisinde bulunan lignoselülozik kompleks çözündürülmektedir. Silolama sayesinde yem maddelerinin içerisindeki lignoselülozik yapının çözünmesiyle yemlerin besleyiciliği ve besin madde değeri artmaktadır demişlerdir (Cone vd., 2012). Optimum fermentasyonu sağlamak için, *Lactobacillus plantarum*(*L.plantarum*) gibi LAB' leri silaj inokulant maddesi olarak yaygın olarak kullanılır (Zhu vd., 2022). Mısır silajına heterofermentatif laktik asit bakterilerinin eklenmesi, daha yüksek laktik asit konsantrasyonu ve aerobik stabilitesinde iyileşme ile sonuçlanmıştır (Vervaeren vd, 2010).

Pirinç samanının silolanması, Türkiye’de ruminantlar için yüksek kaliteli yem kıtlığını azaltma potansiyeline sahiptir. Ancak, silolanmış pirinç samanının kalitesi hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır. Bu önemli boşluğu doldurmak için bu çalışma şunları: 1) Pirinç samanının NaOH veya inokulant(*L. plantarum*) ilave edilerek YŞPP(Yaş Şeker Pancarı Posası) veya Silajlık Mısır ile birlikte yapılan silajın besin madde kompozisyonu ve silaj kalitesinin; 2) İn vitro besin madde sindirilebilirliği konuları ele alınmıştır.

1.1. Kaba Yemlerin Ruminant Beslemede Önemi

Ruminantların beslenmesinde kaba yem hayati önem taşır. Kaba yem sayesinde rumende bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri ve sindirim sisteminde fonksiyonları desteklenmiş olmaktadır (Özdemir ve Kaya, 2020). Rumen içerisinde bulunan mikroorganizmaların fizyolojik özelliklerinden dolayı kaba yem ruminantların rasyonunda önemli bir bileşendir. Ruminantların sağlığını ve üretim performansını korumak için yeterli miktarda yüksek kaliteli kaba yem sağlanması şarttır (Guo vd., 2022).

Kaba yem kaynakları ruminant hayvanların hem rumen ortamlarındaki mikroorganizmaların stabilitesi hem de hayvanların beslenme maliyetleri açısından ekonomik olması nedeniyle önemlidir. Ruminantlar tükettikleri kaba yem kaynakları ile birlikte rumen mikroorganizmaları sayesinde çeşitli uçucu yağ asitlerini, mikrobiyel proteinleri ve ayrıca B ve K vitaminlerini de üretebilmektedir (Chen vd., 2022).

Hayvanların ihtiyaç duydukları; Kaba yem kaynaklarını hayvanlar hem mera ve çayır alanlarında otlayarak tüketebilir hem de tarımsal ürünlerden arta kalan kısımlarının (Sap, Saman, vb.) toplanmasıyla besin maddesi olarak kullanabilmektedirler (Harmanşah, 2018).

Ruminantlarda yemin fiziksel özellikleri, rumende tamponlayıcı etki yapan tükürük salgısının yanı sıra ve çiğneme aktivitesini de etkiler. Küçük parçacıklar veya düşük kaba yem alımı gibi fiziksel özelliklerin eksikliği rumen asidozuna, süt yağı sentezinin azalmasına ve ruminantlarda hastalıklara neden olabilir (Suzuki vd., 2014)

1.2. Kaba Yem Temininde Yaşanan Sıkıntılar

Artan dünya nüfusu dikkate alındığında (2050 yılına kadar 10 milyar olarak tahmin edilmektedir) gelecekte daha fazla miktarda hayvansal kaynağa ihtiyaç olacaktır. Bu bilgiden yola çıkarak hayvan beslemede ihtiyaç duyulan yem kaynağının bitkisel yan ürün ağırlıklı rasyonlara geçilerek insan ve hayvan beslenmesi arasındaki rekabet azaltılabileceği ifade edilmiştir (Searchinger vd., 2018).

Hayvancılığın sürdürülebilir şekilde devam ettirilebilmesi sürdürülebilir gıda üretimi anlamı taşımaktadır. Fakat iklim değişiklikleri gibi nedenler sonrasında ihtiyaç duyulan hayvansal üretimi sağlamak için gerekli olan yem kaynaklarını sağlamanın oldukça zorlaştığı ifade edilmiştir (FAO, 2012).

Gelişmekte olan ülkelerin iyi kaliteli yem konusunda büyük sorun yaşadığı bilinmektedir. Hayvansal ürünlerin talebinde yaşanan artışın beraberinde yem kaynaklarına olan ihtiyaç daha da fazla artmakta olduğunu ifade etmişler (Mottet vd., 2017)

Yüksek kaliteli kaba yem azlığı özellikle süt ineği endüstrisinde ruminant çiftliklerinin istikrarlı gelişimini kısıtlayan bir faktör olmaktadır. Bu nedenle hayvanların üretim performansları olumsuz olarak etkilemeyecek kaba yem kaynaklarının ruminant işletmelerinin yeni hedefi olmaktadır. Son zamanlarda alternatif kaba yem kaynağı olarak geleneksel olmayan yem kaynaklarının kullanımı giderek arttığını ifade edilmiştir (Ma vd., 2023).

Hayvan beslemede her zaman ucuz yem kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvan yem fiyatlarının sürekli olarak artması ve yüksek besinsel değere sahip olan yemlerin de değerlerinin korunmasının zorluğu hayvan beslemede düşük maliyetli yem kaynaklarının daha fazla talep görmesine neden olmaktadır.

1.3. Bazı Alternatif Kaba Yem Kaynakları

Türkiye’ de hayvancılık sorunlarından en önemlilerinden bir tanesi kaba yem kaynaklarının pahalı ve yetersizliği olmasıdır (Ayan vd., 2006). Var olan kaba yem ihtiyaçlarını karşılayabilmek için çayır-meralar, baklagil ve buğdaygil yem bitkileri,

samanlar vb. kaynaklar kullanılmaktadır. Fakat bunların yanında birçok tarımsal ürün de kaba yem kaynağı olarak kullanılabilmektedir (Kara ve Yüksel, 2014).

Gemalmaz ve Bilal (2016) yaptıkları çalışmalarında bazı kaba yem kaynağı olabilecek ürünleri; Yem şalgamı, Karamba bitkisi, Trinova bitkisi, Bezelye, Karabuğday bitkisi, Pirina, Elma posası ve silajı, Narenciye posası, Domates posası ve silajı şeklinde ifade etmişler.

Ülkemizde önemli düzeyde üretimi olan pirinç samanı da bunlara ek olarak alternatif kaba yemler arasında ülkemizde ön plana çıkmaktadır.

1.4. Pirinç samanı

Pirinç tanelerinin hasat edilmesinde saman olarak bilinen kaba yemlere kıyasla daha büyük mahsul kalıntıları açığa çıkar. Bu mahsul kalıntılarının ebatları küçültülerek saman formuna dönüştürülebilmektedir. Pirinç samanı (Resim 1.1), salkım sapı, yaprak bıçakları, yaprak kılıfı ve gövdeden oluşur. Pirinç tanesinin pirinç samanına oranı ortalama 1: 1.25'tir. Bu samanların sadece yaklaşık %20'si endüstriyel (örn. etanol, kağıt ve gübre) ve evsel (örn. yem) amaçlarla kullanılmaktadır. Geriye kalan samanların çoğu tarladan kaldırılabilir, malç olarak kullanılmak üzere bozulmadan bırakılabilir, toprağa besin eklemek için sürülerek toprağa karıştırılabilir veya imha etmek için yakılabilir. Pirinç samanının yakılması en hızlı saman imha yöntemidir ancak havadaki sera gazı miktarını artırarak çevre kirliliğine neden olur. Pirinç samanı, çoğu pirinç üreticisi ülkede geniş getiren hayvanların besin ihtiyacının bir parçası olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, düşük protein içeriği, fenolik özelliklere sahip olması ve yüksek silika ve lignin seviyesi, ruminant hayvanlarda pirinç samanının sindirilebilirliğindeki başlıca sınırlayıcı faktörlerdir (Oladosu vd., 2016).

USDA (2023) verilerine göre Türkiye dünya pirinç üretimi açısından 43. Sırada yer almaktadır. Mevcut pirinç üretimi ile dünya pirinç üretiminin yaklaşık olarak % 0,1 lik kısmını karşılamaktadır.



Resim 1.1: Pirinç samanı

Çizelge 1.1: Türkiye’ deki pirinç üretimi (TÜİK, 2023).

Ürün	Üretim	Yılı	Üretim	(Ton)	Ekilen	Alan	(Hektar)
PIRİNÇ	2022/2023		570 000		120 523		
	2021/2022		600 000		129 491		
	2020/2021		588 000		125 398		
	2019/2020		600 000		126 419		
	2018/2019		564 000		120 142		
	2017/2018		540 000		109 560		
	2016/2017		552 000		116 056		
	2015/2016		552 000		115 856		
	2014/2015		498 000		110 884		
	2013/2014		540 000		110 592		

Çizelge 1.2: Dünya üzerinde son 5 yıldaki en fazla pirinç üreten 5 ülke(Milyon Ton) (USDA, 2023)

	2019	2020	2021	2022	2023
ÇİN	146,7	148,3	149	145,9	144,6
HİNDİSTAN	118,9	124,4	129,5	135,8	137
BANGLADEŞ	35,9	34,6	35,9	36,4	37
ENDONEZYA	34,7	34,6	34,4	33,9	33
VİETNAM	27,1	27,4	26,7	26,9	27

1.4.1. Pirinç Samanının Besin Madde İçeriği ve Hayvan Beslemede Kullanımı

Sindirilebilirlik, rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanma ve fermentasyon yoluyla besin maddelerini büyüme, üreme vb. için kullanılabilir hale getirerek ev sahibi hayvan tarafından yemlerden emilen besin maddelerinin miktarıdır. Yemin sindirilebilirliği ve ruminantın onu tüketme kapasitesi büyük ölçüde hücre duvarı ve içeriğinden etkilenir. Hücre içeriği ve belki de az miktarda lif, bir bitkinin sindirilebilir tek parçalarıdır. Hayvanlar bitki hücre içeriğini kolayca sindirebilir, ancak hücre duvarlarını sindiremez. Pirinç samanının hücre duvarı yaklaşık %5,5 lignin, %40 selüloz ve %18 hemiselülozdan oluşur (Aresta vd., 2012). Lignin, hücre duvarlarının ana bileşenidir. Farklı fenolik bileşiklerden oluşan amorf bir polimerdir. Bitki liflerini birbirine bağlamak için mekanik bir destek işlevi görür. Ayrıca, ksilem boyunca suyun geçirgenliğini azaltır ve böylece su ve besin hareketlerinde aktif bir rol oynar. Bu işlevlerine rağmen lignin, sindirim sisteminde ne kadar süre kalırsa kalsın sindirilemez (Aresta vd., 2012). Buna ek olarak, ruminant hayvanlar selüloz sindirimi için spesifik enzimlerden yoksun oldukları için saman yeminden elde edilen enerji miktarında azalma olmaktadır (Sjostrom, 2013). Pirinç samanı, kuru maddesinin yaklaşık %15' i gibi son derece yüksek bir silika içeriğine sahiptir (Sarnklong vd., 2010). Topraktaki silika bitkiler tarafından emilir ve metabolize edilir ve lignine benzer şekilde önemli bir rol oynar. Bitkideki selüloz hem kristal hem de amorf yapılardan oluşur. Selülozun kristallik seviyesinin, selülitik organizmalar tarafından ayrıştırılma oranını etkilediğine inanılmaktadır. Yüksek kristallik seviyesi selülozun mikrobiyal parçalanma oranını düşürmektedir. Genel olarak pirinç samanı, diğer yem bitkilerine kıyasla rumende yavaş

fermente olan yüksek lif, silika ve lignin içerir. Bu nedenle, rasyonun büyük oranda pirinç samanından elde edilmesi durumunda yem alımı azalır (Oladosu vd., 2016).

Van Soest (1965), hücre duvarı içeriği yem kuru maddesinin %50 ila 60' ı arasında olduğunda yem alımının diyetteki lif miktarı ile sınırlı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca gönüllü alımın yemin lif içeriğiyle ters orantılı olması beklenir. Çünkü sindirim sisteminin hacmine oranla daha yavaş sindirilen kısım büyüdükçe daha fazla alım sınırlanır. Aynı şekilde, partikül geçişinin de artan Nötral Deterjan Fiber(NDF) alımı, partikül boyutu, yemin iriliği ve azalan yem sindirilebilirliği ile azalması beklenmektedir. Pirinç samanı %3-5 ham protein içerir; sadece takviyesiz saman diyetiyle beslenen hayvanlar sıklıkla kilo kaybedecektir. Bununla birlikte, hayvan yeminde %8-10 ham protein, daha iyi tüketim ve iyi büyüme için gereklidir (Jackson, 1977). Pirinç samanının besinsel kalitesi ayrıca bitkinin olgunluk aşaması(lignin içeriği olgunluk aşamasına bağlı olarak artar); gübre seviyesi(azot gübrelemesi); toprak verimliliği; yaprak kılıfı, yaprak ayası ve sap oranı; hasat edilen samanın uzunluğu; hasat sırasında samanın yaşlanma derecesi; zararlılara karşı bitki direnci; hasat ve depolama arasındaki süre; bitki sağlığı ve hava koşulları gibi çok sayıda faktöre bağlıdır (Van Soest, 2006). Bu değerli yem bitkisinin iyileştirilmesi, yakma gibi kültürel uygulamalardan ziyade çevre dostu uygulamaların oluşturulması açısından büyük önem taşımaktadır. Geçmişte, bu tarımsal kalıntıların kullanımını ve sindirilebilirliğini artırmaya yönelik, öğütme ve öğütme yoluyla mevcut yüzey alanını ve selüloz gözeneklerinin boyutunu artırmak amacıyla biyokütlenin fiziksel ön işlemi gibi birçok girişimde bulunulmuştur. Bu işlemin sonucu tatmin edici değildir çünkü verimliliği artırmak için genellikle kimyasallar ve biyolojik arıtma gibi diğer ön işlemlerle birlikte kullanılır. Ancak bu yöntem, finansal ve ekonomik etkileri nedeniyle uygun maliyetli değildir (Hendriks vd., 2009).

Çizelge 1.3: Samanlar Kuru madde ve Organik madde

	Kuru madde(%)	Kuru madde Sindirilme Dereceleri(%)	Organik madde(%)	Organik madde Sindirilme Dereceleri (%)
Pirinç samanı	90,2	48,86	84,9	57,41
Buğday samanı	90,2	43,47	94,2	47,13
Arpa samanı	93,2	47,36	93,6	50,19

Yulaf	92,5	55,99	91,5	57,86
samanı				

Buğdaygil samanlarının Kuru Madde ve Organik Madde değerleri ile Kuru Madde ve Organik Madde sindirilme dereceleri, % (Şehu vd., 1996).

1.4.2. Pirinç Samanının Besleyici Değerinin Artıran Uygulamalar

Pirinç samanı, karbonhidrat açısından zengin olduğu için geniş getiren hayvanlar için potansiyel olarak önemli bir enerji yemidir. Ancak, enerji veren besinleri rumende mikrobiyal bozunmadan koruyan karmaşık lignifikasyonlu hücre duvarı yapısı nedeniyle enerji kaynağı olarak potansiyeli sınırlıdır (Jung vd., 1993). Hücre duvarlarının yapısını değiştirmek için bazı önlemler alındığı takdirde pirinç samanının kullanımı artırılabilir (Chenost ve Kayouli, 1997). Pirinç samanı içerisinde yer alan yapısal unsurları çözündürerek besleyici değerini arttırmak mümkün olabilmektedir.

Geçmişte tarımsal kalıntıların sindirilebilirliğini ve kullanımını arttırmak için birçok girişimde bulunulmuştur. Bunlar; biyolojik muameler(beyaz çürükçül mantarlar ve enzim), fiziksel işlemler(öğütme, buharlama ve peletleme) ve kimyasal işlemler(üre, Amonyak(NH₃), NaOH ve kireç) gibi uygulamalar olmuştur. Pirinç samanını sindirilebilme oranını iyileştirmeye yönelik mevcut tüm yöntemler arasında çoğunlukla biyolojik ve kimyasal işlemler kullanılmaktadır (Van Soest, 2006).

1.5. Pirinç Samanının Silolama İmkânları

Pirinç samanı kaba yem kaynağı olarak kullanımı ileriye dönük umut verici bir alternatif olabilmektedir. Fakat pirinç samanının sindirilebilirliği düşüktür. Çünkü esas olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşur. Silolama pirinç samanının sindirilebilirliğini arttırmak için etkili bir yöntem olabilmektedir (Gao vd., 2008).

Pirinç samanının içi kısmı boştur. Dolayısıyla sapının sıkıştırılması zordur. Bu durum erken silolama sırasında silajda büyük miktarda oksijen kalmasına neden olur. Böylelikle pirinç samanı silajlarını gerçek üretim sürecinde düşük silo yoğunluklarının olumsuz etkilerine mısır silajlarına göre daha duyarlı hale getirir (Oladosu vd., 2016).

Pirinç samanı içerisinde bulunan sınırlayıcı faktörlerin giderilmesi amacıyla LAB ve enzimler ilave edilerek fermentasyon kalitesini, silajın korunmasını ve saman içerisindeki lignoselulozik bağları parçalamalarından dolayı yaygın olarak uygulanır. Fakültatif bir homofermentasyon LAB' ı olan *Lactobacillus plantarum*(*L.plantarum*) pirinç samanında yapılan silajlarda genellikle uygulanmaktadır (Fang vd., 2012).

Pirinç samanının silolama ile besin değerlerinde büyük bir gelişme olduğu gözlemlenmiştir (Cai, 2006). Pirinç samanının düşük karbonhidrat ve yüksek lignin içeriği nedeniyle silolanması zordur. Bundan dolayı fermentasyonun gerçekleşebilmesi için karbonhidrat kaynaklarının ilave edilmesi gerekmektedir (Li, 2017).

Silaja eklenecek olan kolay fermente olabilen karbonhidrat sadece LAB fermentasyonu için yeterli substrat sağlamakla kalmaz aynı zamanda pirinç samanı silajının besin kalitesini de artırır (Tian vd., 2020). Buna ek olarak; selülozu parçalayabilecek olan enzimlerin ya da bu enzimleri üretebilen LAB ilave edilerek selülozun monosakkarit ve oligosakkaritlere kadar indirgenmesi ile olabilmektedir (Tian vd., 2014).

LAB pirinç samanına ilave edilerek elde edilen silajların etkisinin ne olduğu hakkında çalışmalar az sayıda yapıldığından dolayı daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca pirinç samanının içerisindeki besin değerleri yetersiz olduğu için üre ve mineraller gibi silaj katkı maddeleri eklenebilmektedir (Cao vd., 2014).

1.6. Yaş Şeker Pancarı Posası

Yaş Şeker Pancarı Posası şeker pancarının şeker fabrikalarında işlenmesi sonrasında açığa çıkan bir yan üründür. YŞPP selüloz açısından zengin olmasından dolayı ruminant beslenmesinde fazlaca kullanılmaktadır (Boucque vd., 1969).

Kuru ot ya da buğday samanı ilave edilen YŞPP kuru madde miktarının artırılması(% 20-30) ve içerisine % 5 oranında melas ilave edilerek kolay sindirilebilirlik seviyesinin iyileştirilmesi aynı zamanda bu içeriğe katılan üre ile birlikte toplam silaj içerisinde var olan azot seviyesinin yükseldiği aktarılmıştır (Deniz vd., 2001).

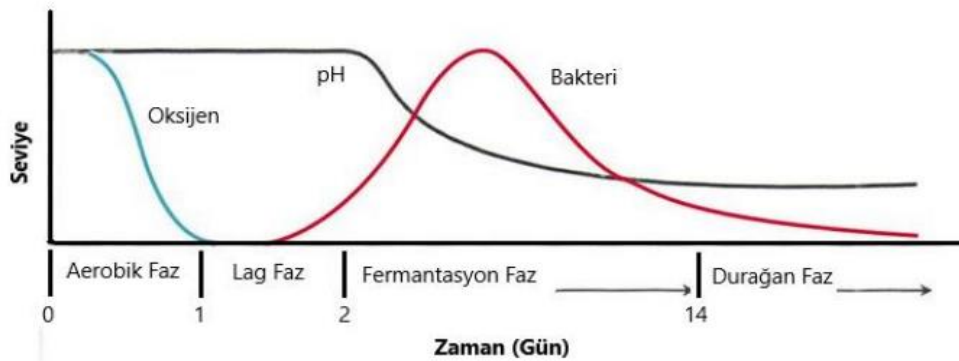
YŞPP depolanması esnasında küflenme gibi olumsuz durumlar ile karşılaşmıştır. Bunun neticesinde hayvanlarda ishal, sarılık, eklem iltihaplanması ve bağırsak rahatsızlıkları gibi bazı hastalıklar meydana gelebilmektedir (Kılıç, 1986). YŞPP’ da ortaya çıkan depolama sorunlarını giderebilmek için silolama işleminin bu sorunları engelleyebileceği düşünülmüş (Courtin vd. 1989).

1.7. Mısır silajı

Hayvanların iştahla tükettikleri, içerisinde besin maddeleri açısından oldukça zengin, yeşil bitkiler ile sanayi tesislerinden artık bir ürün haline gelmiş olan sulu kaba yem niteliğindeki yemlerin uygun koşullar altında hava almadan saklanarak fermente olması sağlanmış yemlere silaj denilmektedir (Fabiszewska vd., 2019; Eseceli vd., 2020).

Geleneksel olarak silolama için en yaygın olarak kullanılan kaba yem mısır bitkisi (Zea mays). Mısırın besleyici kalitesine ek olarak birim alan başına en yüksek kuru madde %28-40 düzeyi arasında olup kuru madde içeriğindeki yeterli düzeydeki kolay çözünabilir karbonhidrat ve düşük tamponlama düzeyi sayesinde silolama açısından iyi bir modelleme sağlamaktadır (Nussio vd., 2001).

Günümüzde hayvanların beslenmesinde ihtiyaçlarını karşılama noktasında hayvan beslemede mısır silajı büyük bir etkiye sahiptir (Ferraretto vd., 2018). Mısır; silaj yapımında kullanılan ana ürünlerden biridir. Ancak mısır gibi bazı mahsullerin verimi, bazı bölgelerde sınırlı arazi kaynakları, su kıtlığı ve verimsiz topraklar nedeniyle az olmaktadır. Ayrıca, mısır silajının ham protein içeriği ve ruminal parçalanabilirliği diğer ot silajına (örneğin yonca) kıyasla nispeten daha düşüktür (Tao vd., 2020).



Resim 1.2: Silaj oluşum evreleri (Romero vd., 2005).

1.8. Bazı Silaj Katkı maddelerinin Kullanımı

Arzu edilen silaj fermantasyonunu elde etmek için mineraller, enzimler, inokulantlar, organik asitler veya tanenler gibi katkı maddeleri kullanılır. Biyolojik inokulantlar son zamanlarda çok dikkat çekmiştir. Yapılan çalışmalara göre silajlardaki etkin mikroorganizmaların LAB' leri olduğu bildirilmiştir (Li vd., 2020). Ayrıca silaj kalitesini iyileştirmek ve fermantasyonu sağlamak için çeşitli katkı maddeleri eklenebilir (Esen vd., 2022).

Silajlar içerisinde katkı maddesi olarak kullanılanlar; mikrobiyal inokulantlar, kimyasal katkıları ve enzimler olabilmektedir. Bu katkı maddeleri ayrı ayrı kullanılabilirler gibi beraber de silaj katkı maddesi olarak kullanılabilirler. Katkı maddeleri silajların kalite seviyesini istenilen düzeye çıkarabilmektedir (Muck vd., 2018).

Pirinç samanında kolay fermente olabilir karbonhidratının düşük olması ve LAB' nin daha az olması kaliteli silaj elde edilmesini zorlaştırmaktadır (Wang vd., 2019). Pirinç samanlarının yapısal karbonhidratlarının parçalanması ve kolay fermente olabilir karbonhidratların LAB tarafından fermente olabilmesi için LA(Laktik Asit) bakterileri silaj yapımında kullanılmaktadır (Ni vd., 2014).

1.8.1. Sodyum Hidroksit

Samanların işlenmesi amacıyla yapılan uygulamalardan bir tanesi de kimyasal işlemlerdir. Burada uygun oksidatif ve hidrolitik kimyasal maddeler samanlara uygulanabilmektedir. Oksidatif maddeler lignoselülozik yapıyı lignini parçalayarak bozabilmektedir. Oksidatif maddeler Ozon(O₃), kükürt dioksit(SO₂), klorit(ClO₂), perasetik asit(C₂CH₄O₃) ve permanganat(MnO₄). Hidrolitik maddeler ise NaOH, NH₃ ve üre gibi maddelerdir. Hidrolitik maddeleri uygulama kolay olmasının yanında daha ekonomik olmaktadır (Bölükbaş ve Kaya, 2018).

Yemlerin silolanması esnasında katılabilecek olan NaOH gibi alkali özellikli katkı maddeleri pH üzerinde değişikliklerle silaj içerisinde zararlı mikroorganizmaların üremelerini durdurabileceği ve lignoselüloz birleşiminin bağlantılarını kopararak sindirilebilirliğini arttırabileceği düşünüldüğünde silaj yapımında kullanılmasının iyi bir seçim olacağı ifade edilmiştir (He vd., 2020).

Silaj yapımında NaOH ile gerçekleştirilen alkali ön işlemi çeşitli lignoselülozların dokusal dirençliliği ele alarak selülozik kullanımlarını arttırmak için en yaygın kullanılan ve etkili yöntem olarak ifade edilmektedir (Wang vd., 2021). NaOH ön işlemi ligninin ester ve eter bağlarını yok edebilir ve biyokütlenin geçirgenliğini artırabilir (Zhang vd., 2020).

Zhang vd. (2020), yaptıkları çalışmada bambulara % 8 düzeyinde NaOH ilave etmişler ve bambuların dış katmanlarında bulunan lignin katmanının % 22,2 ve % 21,4 seviyesinden % 10,1 ve % 10,4 seviyelerine kadar azaldığını tespit etmişler.

1.8.2. Lactobacillus Plantarum

Fakültatif homofermentatif bir bakteri olan L.plantarum suda çözünebilir karbonhidratları hızlı ve etkili bir şekilde laktik aside metabolize ettiği pH' ı aniden düşürdüğü ve istenmeyen bakterileri inhibe ettiği için silaj katkı maddesi olarak yaygın şekilde kullanılır. Pirinç samanı silajına ilave edilen L.plantarum, LA konsantrasyonunu önemli ölçüde artırarak ve pH' ı düşürerek fermentasyon kalitesini artırmıştır (Gao vd., 2008).

Yemlerde yaygın olarak kullanılan probiyotikler arasında Lactobacillus plantarum ve Saccharomyces cerevisiae(maya) bulunur. Probiyotik olarak LAB; yem verimliliğini artırabilir, rumen mikroorganizmaları ile etkileşime girebilir, propiyonat üretimini ve toplam Uçucu Yağ Asitlerini(UYA) artırabilir (Astuti vd., 2022).

Fermantasyon kalitesini arttırmak için silaj katkı maddesi olarak LAB ve selülaz sıklıkla kullanılmaktadır. LAB silolama işlemi sırasında LA fermentasyonunu hızlandırabilir ve besin kaybını azaltabilir (Gulfam vd., 2017).

Silaj içerisinde inokulant olarak konulan LAB silajın asitliğinin ayarlamada önemli rol oynamaktadır. Ürettikleri LA ile birlikte silajın asitliğini yükseltirken aynı şekilde pH' ın düşüşünü sağlamaktadır. Bu şekilde asitliğin yükselmesi sonucunda ortamda oluşması beklenen Bütirik Asit(BA) üretici bakterilerin üremesini engellemiş olmaktadır. Bu durum silajın kalitesi için önemli bir noktadır. Nitekim silaj içerisinde LA üremesi istenen bir sonuç olmasına karşın BA üretimi istenen bir sonuç değildir (Kung Jr., 2010).

Genel olarak iyi korunmuş silajda toplam asidin en az % 65-70' i (yada silaj kuru maddesinin % 4-7' si) LA olmaktadır (Kung Jr. ve Shaver, 2001). Yemlere katılan mikroorganizmalar; lignin yapısını azaltmak ve değiştirmek, sindirilebilirliği artırmak ve substrat üzerindeki selüloz ve hemiselüloz yapılarını parçalamak için yeterli miktarlarda hidrolitik enzim üretmek için yemlere katılırlar (Zayed, 2018).

Silajlık materyallere *L.plantarum* ilave edilmesiyle erken fermentasyon aşamasında istenmeyen mikroorganizmaların rekabeti ve organik asit ürününü hızlandırması ile LA bakterilerinin hızla baskın konuma gelmesi sağlanmış olur ve böylece bakteriyostatik bir etkiye ulaşmasına yardımcı olduğu yönünde genel bir bilinç oluşmuştur (Wen vd., 2014; Li vd., 2018; Guo vd., 2020).

Tek başına *L.plantarum* veya ekzojen selülaz ile kombinasyon halinde *L. plantarum* A1(FAE aktivitesi) ile ön muamele, mısır sapı silajı fermentasyonu ve lignoselülazın bozunması üzerinde sinerjik bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Li vd., 2019).

FAE(Ferulik asit esteraz) aktiviteli LAB silaj kalitesini veya arpa, çavdar otu ve mısırı içeren çeşitli silajların selüloolitik bileşiğin sindirilebilirliğini iyileştirme potansiyeli olduğu bildirilmiştir (Addah vd., 2012).

1.9. Silaj Kalite Parametreleri

Kuru madde(KM) içeriği silajda fermentasyonun seyrini ve hızını etkileyen başlıca faktörlerden biridir (Pahlow ve Weissbach, 1996). KM' si yüksek silajlarda ise genellikle fermentasyon sınırlı olmaktadır (Müller, 2005).

Haylaj KM' si %40-60 arasında olan anaerobik olarak depolanmış yemlerdir (Finner, 1961; Greenhill, 1964). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda ise %50' den daha fazla KM içeren silolanarak depo edilmiş anaerobik yem maddeleridir şeklinde tanımlar yapılmıştır (Müller, 2005). Silaj anaerobik mikrobiyal fermentasyon yoluyla biyokütle kalitesini korur. Uygun koşullar altında bir fermentasyon yapıldığında silajlık materyalin kuru maddesi iyi bir şekilde korunmuş olur (Li vd., 2020). Silolama çiftliklerde çoğunlukla sezon dışı yemleri korumak için kullanılan bir yöntemdir. Silolama sırasında LAB kolay fermente olabilen karbonhidratları laktik aside çevirerek pH' ı daha düşük değere düşürür. Silo ortamında sağlanan asidik koşullar; istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyebileceği gibi bu koşullar altında hemiselüloz ve lignoselüloz bağlarının hidrolize olmasına neden olabilir (Zheng vd., 2017).

Silolama; kolay fermente olabilir karbonhidratlar LAB etkisi yoluyla organik asitlere dönüřtürüldüğü anaerobik fermentasyona dayanan nemli mahsuller için bir koruma yöntemidir (Weinberg vd., 2010).

İyi bir şekilde yemleri depolama çiftlik yönetimi için hayati öneme sahiptir. Silaj uygulaması ile yemler için maksimum depolama süresi sağlanabilen geleneksel bir yöntem olarak kabul edilir (Li vd., 2018).

1.9.1. Silajların Asitlik Değeri

Silolama esnasından silaj içerisinde ortaya çıkacak olan pH düzeyi silajın fermentasyonunun bir göstergesidir (Kung Jr., 2010). Silajın en önemli kriterlerinden biri olan pH seviyesi 4.2 veya daha düşük olduğunda silaj iyi fermente edilmiş olarak kabul edilir (Edwards ve McDonald, 1978).

Silajların pH değerlerini etkileyen faktörler bulunmaktadır. Silajlık materyalin içerisindeki ortalama parçacık boyutu ve yoğunluğu gibi fiziksel özellikler fermentasyon türü ve bunun silajdaki yaygınlığı ile doğrudan ilişkilidir. Ortalama parçacık boyutunun yüksek olması nedeniyle düşük yoğunluklu silaj üretimi, çözünebilir karbonhidratların tüketimini, organik asitlerin düşük üretimini ve sonuç olarak silajın pH seviyesin çok daha yüksek olmasına neden olmaktadır (McDonald vd., 1991).

Silaj içerisindeki LAB ürettikleri LA sayesinde silajın pH seviyesini düşürmektedirler. LA ortamdan azaldıkça ortam pH seviyesi yükselmeye başlamaktadır. pH seviyesinin yükselmesi ile birlikte de fırsatçı bakteri(örneğin; Bacilli) ve küflerin(örneğin Aspergillus, Fusarium ve Penicillium) üremesine zemin hazırlanmış olur. Böylelikle silajın kalitesi düşmektedir (McDonald vd., 1991).

1.9.2. Organik Asitler

Xu vd. (2023) çalışmalarında pirinç samanını silolamışlar ve yaptıkları analizler ile LA, Asetik asit(AA) ve başka organik asitlerin ortamda oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Silajın fermentasyonunun oluşumu sırasında LAB eğer yeteri kadar LA üreterek pH' ı düşüremezler ise bu noktada silaj içerisinde üremesi beklenmeyen bakterilerden clostridia' lar üremeye başlayarak BA üretimine neden olurlar. Oluşan BA ise silaj içerisindeki proteinlerin bozulmasına sebep olabilmektedir (Filya, 2001).

Pirinç samanının silolanması sonrasında ortamdaki hemiselülozun parçalanmasını destekleyen ve konak tarafından besin maddesi olarak emilen laktat ve asetat gibi organik asitler üretilmektedir (Balzarotti vd., 2018).

Organik asitler AA genellikle pentoz fermentasyonu ve LA yolunun heterofermentasyonu sonucunda oluşmaktadır (McDonald vd., 1991).

1.9.3. Flieg Puanı

Flieg puanı silaj kalitesini değerlendirmede kullanılan bir parametredir. Ayrıca deneme gruplarının pH ve KM bilgileri kullanılarak; Liu vd. (2023) çalışmalarında silaj örneklerinin Flieg puanlarını hesaplayarak silajların kalite sınıflandırılmasını yapmışlardır. Buldukları Flieg puanlarını Çizelge 2.4' da yer alan sınıflandırmaya göre silajlarının kalite parametreleri hakkında yorum yapabildiklerini aktarmışlar.

1.10. Yemlerin Sindirilme Derecesinin Belirlenmesi(İn Vitro)

1960' lı yıllardan bu yana in vitro kuru madde sindirilebilirliği, geviş getiren hayvan yemlerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasında standart bir araştırma prosedürü haline gelmiştir (Cherney ve Cherney, 2003).

İlk in vitro sindirim protokolü Tilley ve Terry (1963) tarafından geliştirilmiştir. Van Soest vd. (1966) yem numunelerin rumen sıvısında inkübasyonunu ve ardından nötr deterjanda ısıtma işlemine maruz bırakılması ile sindirime uğramayan hücre duvarı kalıntısını açığa çıkarmayı hedeflemiştir.

Daisy^{II} in vitro kuru madde sindirilebilirliğini ölçmek için etkili bir sistemdir ve geleneksel olan yöntemlere benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Ayrıca Daisy^{II} tekniği geleneksel yöntemlere kıyasla daha az iş gücüne ihtiyaç duymakta ve kaba yem, tahıl ve karışık yem örneklerinin analizinde avantaj sağlamaktadır (Holden, 1999). İn vitro sindirim zamanla Ankom Daisy^{II} inkübatörü kullanılarak ve verimliliği artırılarak değiştirilmiştir (Tassone vd., 2020).

1.10.1. Daisy İnkübatör



Resim 1.3: Daisy inkübatör (Ankom Teknoloji Şirketi, New York, NY, USA)

Geleneksel yöntemlere kıyasla ANKOM filtre torbası yöntemi (ANKOM Technology, Macedon, New York, ABD) sindirilebilirliğin ölçümünü basitleştirir. Bu yöntem sayesinde sindirme denemesi sonrasında örneklerin filtrelenmesi ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. ANKOM inkübatöründe bir kavanoz içinde birkaç örneğin inkübe

edilmesi, tüplerde her bir örneğin ayrı ayrı aşılması ihtiyacını da azaltır. Yapılan çalışmalara bakıldığında ANKOM yönteminin geleneksel yöntemlerle karşılaştırılabilir düzeyde sindirilebilirlik değerlerini ortaya çıkardığı gözlemlenmiştir. ANKOM ile elde edilen veriler birçok yem numunesi için geleneksel olarak yapılan analizlere benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır (Holden, 1999).

ANKOM Daisy İnkübatörleri(ANKOM Teknoloji) ile ANKOM filtre torbası yöntemi, in vitro sindirilebilirlik açısından geleneksel şişe yöntemlerinden daha basit bir prosedürdür. Çünkü numuneler toplu olarak çalışılabilir ve araştırmacılar sindirim sonrasında bireysel numune filtreleme prosedüründen kaçınabilir (Adesogan, 2005).

Rumen ortamının simüle edilebilmesi için oradaki ortamında aynen sağlanması gerekmektedir. Bu düşünceyle; İnkübasyon sırasında pH' ı kontrol etmek ve rumen mikroorganizmalarına besin sağlamak için bir tampon çözeltisi(fosfat, karbonat veya her ikisi) kullanılır. Tampon çözeltisi olmadığı takdirde kısa zincirli yağ asitleri ortamın pH' sını düşürebilmektedir (Coles vd., 2005).

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 11/10/2023 tarih ve AKÜHADYЕК-49533702/97 numaralı onayı kapsamında gerçekleştirilmiştir.

2.1. Materyal

2.1.1. Hayvan Materyali

Yapılan çalışma kapsamında hayvan materyali olarak Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliğinde bulunan 1 adet İsviçre Esmeri İnek(CA: 500±25 kg) kullanılmıştır. İneğin Sol Fossa Paralumbalis(Sol Açlık Çukuru) bölgesine daha önceden takılmış olan bir rumen kanülü bulunmaktadır. Bu sayede hayvandan istenilen zamanda kanül kapağı açılarak rumen sıvısı almak mümkün olmaktadır.

Hayvanın genel sağlık durumu rumen sıvısı alınmadan önce proje kapsamında sorumlu veteriner hekim tarafından kontrol edilmiş ve herhangi bir sağlık sorununun ya da metabolik sorunun olmadığı tespit edilmiştir. Hayvan günde 1 kez(sabah 8.00‘ de) olarak ad-libitum olarak beslenmiştir. Hayvana taze ve temiz su ad-libitum olarak verilmiştir. Çalışma kapsamında hayvanlara verilen rasyon içerisinde kullanılan yem maddeleri aşağıdaki Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’ de verilmiştir.

Çizelge 2.1: Hayvan Materyali Rasyon Bileşimi

YEM MADDELERİ	HAYVAN BAŞI, Kg
SAMAN	5
MISIR SİLAJI	7
ARPA	1,25

Çizelge 2.2: Hayvan Materyali Konsantre Yem Besin Madde Bileşenleri**Konsantre Yem Besin Maddeleri Bileşenleri**

Ham Protein	% 19
Ham Selüloz	% 9,5
Ham Yağ	% 4
Ham Kül	% 8,6
Sodyum	% 0,3

2.1.2.Yem Materyali

Çalışmada kullanılan pirinç samanı Samsun ili Bafra ilçesi Doğanca Mahallesinden tedarik edilmiştir. Pirinç samanı hasat sonrasında yabancı otlardan arındırılmıştır. Kavuzlu arpa, Silajlık mısır ve YŞPP Uşak ili Eşme ilçesinden tedarik edilmiştir. Silaj yapımı için kullanılacak olan yem kaynakları tedarik edilir edilmez besin madde değerleri belirlenmiştir. Pirinç samanı, kavuzlu arpa, silajlık mısır ve YŞPP besin madde kompozisyonları Çizelge 3.1’ da sunulmuştur.

2.1.3. Katkılar

Çalışmada kullanılan NaOH (% 98,52 saflık derecesi) ve Çalışmada kullanılan inokulant Lactabacillus plantarum (4×10^{11} cfu/g, CHR JANSEN) özelliklerine sahiptirler.

2.1.4. İnkubatör Keseleri

Daisy inkübatör keseleri Konya Selçuk Üniversitesi'nden temin edilmiştir. İnkübatör keseleri 25 mikron por genişliğine sahip olup 5,5 cm yükseklik ve 5 cm genişliğe sahiptir.

2.2. Metot

2.2.1. Deneysel Tasarım

Çalışmada aşağıda belirtildiği şekilde 2'si kontrol, 4'ü deneme olmak üzere toplam 6 gruptan oluşmuştur. Her bir grup için 8 tekerrür uygulanmıştır. Gruplar aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

- 1- ŞPPK = %58 YŞPP + % 40 Piriñ samanı + %2 Kavuzlu arpa
- 2- ŞPPNaOH= %58 YŞPP + % 40 Piriñ samanı+ %2 Kavuzlu arpa + NaOH
- 3- ŞPPLP= %58 YŞPP + % 40 Piriñ samanı + %2 Kavuzlu arpa + Inokulant(L.plantarum)
- 4- SMK = %58 SM + %40 Piriñ samanı+%2 Kavuzlu arpa
- 5- SMNaOH = %58 SM + %40 Piriñ samanı + %2 Kavuzlu arpa + NaOH
- 6- SMLP= %58 SM + %40 Piriñ samanı + %2 Kavuzlu arpa + Inokulant(L.plantarum)

Çizelge 2.3: Grupların yem içerikleri ve katkı maddeleri oranları %

Gruplar	Yaş Şeker Pancarı Posası	Silajlık Mısır	Piriñ Samanı	Kavuzlu Arpa	Katkı Maddesi
ŞPPK	% 58	-	% 40	% 2	-
ŞPPNaOH	% 58	-	% 40	% 2	NaOH
ŞPPLP	% 58	-	% 40	% 2	Lactobacillus plantarum
SMK	-	% 58	% 40	% 2	-
SMNaOH	-	% 58	% 40	% 2	NaOH
SMLP	-	% 58	% 40	% 2	Lactobacillus plantarum

ŞPPK: Şeker Pancarı Posası Kontrol, ŞPPNaOH: Şeker Pancarı Posası NaOH, ŞPPLP: Şeker Pancarı Posası: L.plantarum, SMK: Silajlık Mısır Kontrol, SMNaOH: Silajlık Mısır NaOH, SMLP: Silajlık Mısır L.plantarum

2.2.2. Silajın Hazırlanması

Silaj grupları için kullanılan Silajlık mısır, YŞPP, Pirinç samanı, Kavuzlu arpa yem maddeleri ve L.plantarum ile NaOH katkı maddeleri temin edilmiş. Yem maddelerinin besin madde değerlerine göre silaj grupları çizelge 2.3’ da belirtildiği oranlarda her grup için 200 gr silaj örneği olacak şekilde ayrı ayrı tartımları yapılarak vakum poşetlerine doldurulmuş.

Silaj grupları hazırlanırken her kg silaj örneği için 5 gr olacak şekilde L.plantarum bakterisi(4×10^{11} cfu/g) eklenmiştir. L.plantarum bakterisi eklenirken ŞPPLP ve SMLP grupları içerisindeki 8 tekrar göz önünde bulundurularak toplam 240 ml su içerisinde çözündürülmüştür. Bu çözeltiden her tekrar grubu için 30 ml çözelti kullanılmıştır. Çözdürme işleminde manyetik karıştırıcı kullanılmıştır. Homojen bir karışım sağlandıktan sonra 30 ml’ lik çözelti bir pülverizatör yardımıyla silajlık materyalin üzerine püskürtülmüştür.

NaOH katkı maddesi ilave edilecek olan grup için her grup için 1 Normal NaOH olacak şekilde ayarlanmıştır. 1 Normal NaOH hazırlarken 40,82 gram % 98,25’ lik NaOH 1 litrelik çeşme suyunda çözündürülmüştür. NaOH çözeltisi hazırlandıktan sonra hazırlanan 1 lt’ lik çözeltiden 30 ml çözelti alınarak silajlık materyale püskürtülmüştür.

Kontrol grupları için herhangi bir katkı maddesi ilave edilmemiştir. Fakat ŞPPK(%58 YŞPP + % 40 Pirinç samanı+ %2 Kavuzlu arpa) ve SMK(%58 SM + % 40 Pirinç samanı + %2 Kavuzlu arpa) gruplarına diğer katkı maddesi ilave edilen gruplar ile eşitliği sağlamak için 30 ml su ilave edilmiştir.

200 gr ağırlığında silajlık materyal her biri polietilen malzemesinden yapılmış olan tırtıklı 20*25 cm ebatlarındaki vakumlu torbalara doldurulmuştur(muamele başına sekiz tekrar). Doldurma işleminin hemen ardından vakum makinası(Caso VC 110W, Almanya) ile vakumlanmıştır. Vakumlu paketlerden sabit 25 °C sıcaklıkta ve karanlık bir ortamda 60 gün boyunca silolanmıştır. Bu süre içerisinde aralıklarla kontroller yapılmıştır. Vakum poşetlerinin vakumlarında herhangi bir değişim olup olmadığı kontrol edilmiştir.



Resim 2.1: Vakumlanmış poşetlerin muhafaza edilmesi

2.2.3. Örneklerin Alınması

İnkubasyon süresinin sonunda vakumlu poşetler açılarak ham besin madde analizleri için 50 gr silaj örneği alınmıştır. Örnekler 65 °C' de 48 saat etüvde kurutulmuş daha sonra yem öğütme değirmeninde(Retsch ZM 200, Almanya) öğütülerek in vitro sindirim denemesi ve KM, HK, HP, HY, NDF ve ADF analizleri için saklanmıştır. Geriye kalan örnekler tekrar vakumlanarak -18 °C' de muhafaza altına alınmıştır.

2.2.4. pH'ın Ölçülmesi ve Flieg Puanı

20 gr silaj örneği 1/9 oranında 180 ml distile su ile sulandırılmıştır. Sulandırma işlemi sonrası karıştırıcı ile silaj ve suyun iyice karışması sağlanmıştır. Daha sonra silajların kaba partikülleri süzgeç kâğıdı süzülerek süzüntü falkon tüplerine doldurulmuştur. Süzüntüler pH metre(İnoLab pH7110, Almanya) ile ölçülerek silaj gruplarının pH değerleri tespit edilmiştir ve pH ölçümleri tekrarlı yapılarak oluşabilecek manipulasyon hatalarının da önüne geçilmek istenmiştir.

Flieg (1938) tarafından verilen denklem kullanılarak silajın pH değerleri ve KM içeriğine göre grupların Flieg puanı hesaplanmıştır.

$$\text{Flieg Puan} = 220 + (2 * \% \text{KM} - 15) - 40 * \text{pH}$$

Çizelge 2.4: Flieg Puan Değerlendirme Tablosu(Liu vd., 2023).

Flieg Puanı	Silaj Kalitesi
>80	Çok İyi
61-80	İyi
41-60	Orta
21-40	Düşük
<20	Kötü

2.2.5. Daisy İnkübatör İçin Örnek Hazırlama

Keselere üzerlerine kalıcı yazan kalem ile grup isimleri ve numaraları yazılarak herhangi bir karışıklık olmasının önüne geçilmiştir. Numaralandırılan keselerin hassas terazi ile tartımları yapıldıktan sonra içlerine 0,5 gr numune tartılarak konulmuştur ve sonrasında keselerin ağız kısmı ısı altında mühürlenerek içerisindeki numunenin dökülüp dağılması engellenmiştir. Her grup için 16 tekrar yapılmıştır.

2.2.6. Daisy İnkübatör İçin İnokulum Hazırlama

Rumen sıvısı almadan önce iki adet 2 litrelik termos 39 °C' lik su ile doldurularak sıcaklığı muhafaza edilmiştir. Termoslardaki sıcak su rumen sıvısı alınmadan önce tamamen boşaltılmıştır. Rumen kanüllü olan ve çalışmada kullanılan İsviçre Esmeri inekten rumen kanül kapağı açılarak 2000 ml rumen içeriği termoslara doldurulmuştur. Alınan rumen sıvıları 39 °C olarak ayarlanmış Benmari tarzı bir düzenek içerisinde 5 katlı ince delikli bezden süzülerek kaba paritüllerinden ayrılmıştır. Bu esnada rumen mikroorganizmalarının O₂ den olumsuz etkilenmemeleri için rumen sıvısına CO₂ gazı ilavesi yapılmıştır. Toplamda 400 ml olarak ölçülen rumen sıvısı daha önceden çalıştırılarak 39 °C ye ayarlanmış olan ANKOM Daisy inkübatör(ANKOM Teknolojisi, Makedonya, New York, ABD) kavanozlarından birine konularak kavonoz içerisine 30 sn

boyunca CO₂ ilave edilmiştir. Gaz ilave edildiğinde gazın basıncıyla rumen sıvısında fokurdama olmamasına dikkat edilmiştir. Daha sonra kavanozlar cihaza yerleştirilmiştir.



Resim 2.2: Rumen sıvısı alımı.

2.2.7. Daisy İnkübatör İçin Tampon Çözelti Hazırlama

Çizelge 2.5: Tampon Çözelti A

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

Çizelge 2.6: Tampon Çözelti B

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

Tampon çözeltiler yukarıda Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6’ da belirtildiği miktarlarda karıştırılarak hazırlanmıştır. Her iki tampon çözelti (A ve B) 39 °C’ ye kadar ısıtılmıştır. Ayrı bir kaba 266 ml B çözeltisi ve 1330 ml A çözeltisi konulmuştur (1:5 oranında). Karışımın 39 °C’ de ve pH 6,8 olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu karışımdan içinde numune bulunan kavanozların her birine 1600 ml eklenmiştir. Her bir kavanozda toplam 2000 ml sıvı (1600 ml tampon çözelti ve 400 ml rumen inokulumu) ve her bir kavanoza 25 adet daisy inkübatör kesesine konulacak şekilde daha önceden çalıştırılan cihazın içine yerleştirilmiştir. Numuneler kavanoz ayırıcısının her iki tarafına eşit olarak dağıtılmış ve düzeltme faktörü hesabı için her kavanoza 1 adet boş ve ısı altında mühürlenmiş kese tartılarak konulmuştur.



Resim 2.3: Örneklerin Daisy İnkübatör içerisinde in vitro sindirimi(ANKOM)

2.2.8. İnkübasyon ve Hesaplamalar

Kavanozlara yerleştirilen rumen sıvısı ve tampon çözelti karışımına eklenen keseler Daisy inkübatör içerisinde $39 \pm 0,5$ °C sıcaklıkta 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işlemi esnasında cihazın kavanozların sürekli karışmasını sağlayan rotasyon düğmeleri ve ısıyı sabit şekilde kalmasını sağlayan ısı düğmeleri açık konuma getirilmiştir. İnkübasyon süresi sona erdiğinde kavanozlar cihazdan çıkartılıp içerisindeki sıvı boşaltılmıştır. Kavanoz içerisindeki keseler musluk suyu ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra keseler 65 °C sıcaklıkta etüvde 48 saat süreyle kurutulmuştur.

Kurutulan örnekler in vitro sindirim denemesinin sonuçlarının tespiti için kimyasal analizlere tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlara göre örneklerin in vitro sindirim düzeyleri hesaplanmıştır.



Resim 2.4: Daisy inkübatörden çıkartılmış keseler

2.2.9. Kimyasal Analizler

İn vitro sindirim denemesi sonunda kurutulan keselereki örneklerin KM, HK, HY, NDF ve ADF analizleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Laboratuvarında, HP analizi Konya Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Laboratuvarında AOAC(1990)'ya göre yapılmıştır.

NDF analizi için Gerhardt Fibretherm FT12(C. Gerhardt GmbH & Co., KG, Königswinter, Almanya) selüloz tayin cihazı kullanılmıştır. NDF solüsyonu hazırlığı için; 93 g EDTA(Etilendiamin tetra asetik asit-disodyum tuzu) ve 34 g di-sodyum tetra borat-dekahidrat 2 litre distile su içerisinde çözdürüldü. Çözelti soğuduktan sonra 150 g dodesilsülfat-sodyum tuzu ve 50 ml 2-etoksietanol eklendi. Başka bir beher içerisinde 22,8 g sodyum dihidrojenfosfat 2 litre distile suda çözdürüldü. Çözelti soğuduktan sonra birinci çözelti ile ikinci çözelti ortak bir beherde karıştırıldı. Karışım 5 litre olacak şekilde distile su ile tamamlandı. Toplam karışımın pH değeri 6,9-7,1 aralığında olacak şekilde ayarlandı. Cihaz içerisine tek sefer için 11 numune ve 1 adet kör(boş) kese olmak üzere toplam 12 adet kese yerleştirilmiştir. Kullanılacak olan keseler etüv içerisinde kurutulduktan sonra hassas terazide tartımları yapılmıştır. Tartım sonra içlerine keselerin içlerine 0,5 g numune konularak ağız kısımları ısı ile mühürlenmiştir. Keselerin üstlerine

kalem(kalıcı) ile hangi gruba ait oldukları yazılarak oluşabilecek olan karışmaların önüne geçilmiştir. Cihazın çalışma prensibine göre çalışma aşamalarında alfa amilaz enzimi ilave edilmiştir. Cihaz toplamda yaklaşık olarak 2 saat kadar çalıştırılarak NDF analizi gerçekleştirilmiştir. Cihazın çalışması sona erdiğinde keseler içeriden alınarak içinde bulunduğu sıvıdan süzdürülmüştür. Süzdürme işlemi sonrasında keseler 105 °C de yaklaşık 4 saat kadar kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası keseler desikatöre alınarak soğuması sağlanmış ve soğuduktan sonra hassas terazide tartılmıştır.

$$\% \text{ NDF (KM'de)} = \frac{T3-(T1*D1)}{T2} \times 100$$

T1: Kese ağırlığı

T2: Numune ağırlığı

T3: Analiz sonrası ağırlık

D1: Boş kese düzeltme faktörü(etüvde kurutma sonrasındaki boş kesenin ağırlığı)

ADF analizi için Gerhardt Fibretherm FT12(C. Gerhardt GmbH & Co., KG, Königswinter, Almanya) selüloz tayin cihazı kullanılmıştır. ADF solüsyonunu hazırlamak için; 40 gr CTAB(Cetyltrimethylammoniumbromide) alınarak 2 litre 1,0 Normal H₂SO₄ içerisinde çözündürülmüştür. 2 litre 1,0 Normal H₂SO₄ hazırlamak için ise; 54,4 ml %95-98'lik H₂SO₄ alınarak 100 ml distile su içerisine eklenerek karıştırılıp, 2000 ml ye distile su ile tamamlanmıştır. Cihaz içerisine tek sefer için 11 numune ve 1 adet kör(boş) kese olmak üzere 12 adet kese yerleştirilmiştir. Keseler etüv içerisinde kurutulduktan sonra hassas terazide tartımları yapılmıştır. Tartım sonra içlerine keselerin içlerine 0,5 g numune konularak ağız kısımları ısı ile mühürlenmiştir. Keselerin üstlerine permanent kalem ile hangi gruba ait oldukları yazılarak oluşabilecek olan karışmaların önüne geçilmiştir. Analiz yaklaşık olarak 90 dakika kadar sürmüştür. Cihazın çalışması sona erdiğinde keseler içerisinden alınarak içinde bulunduğu sıvıdan süzdürülmüştür. Süzdürme işlemi sonrasında keseler 105 °C de yaklaşık 4 saat kadar kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası keseler desikatöre alınarak soğuması sağlanmış ve soğuduktan sonra hassas terazide tartılmıştır.

$$\% \text{ ADF (KM'de)} = \frac{T3 - (T1 * D1)}{T2} \times 100$$

T1: Kese ağırlığı

T2: Numune ağırlığı

T3: Analiz sonrası ağırlık

D1: Boş kese düzeltme faktörü(etüvde kurutma sonrasındaki boş kesenin ağırlığı)

2.2.10. Organik Asit Analiz

İnkubasyon döneminin sonunda her bir gruptan organik asit analizleri için 25 gr silaj örnekleri alınarak vakumlu poşetlere konularak vakumlanmıştır. Numuneler soğuk zincirde Ege Üniversitesi Merkezi Araştırma test ve Analiz Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezine gönderilmiştir. LA, BA, PA ve AA analizleri HPLC cihazı (Agilent 1260 Quaternary LC, ALMANYA) kullanarak yapılmıştır.

2.2.11. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerden SPSS programı vasıtasıyla istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. İlk olarak verilere Shapiro-Wilk testi ile normallik testi yapılmıştır. Normal dağılım gösteren verilerde varyans analizi ile göstermeyen verilerde Kruskal-Wallis analizi yapılmıştır. Normal dağılım gösteren veriler arasındaki farklılığın tespitinde Duncan testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Silajlık materyallerin besin madde içerikleri

Silaj yapımında kullanılan Silajlık Mısır, YŞPP, Kavuzlu Arpa ve Pirinç Samanının besin madde değerleri KM, Ham Kül(HK), Ham Protein(HP) ve Ham Yağ(HY) içerikleri ile hücre duvarı yapı elemanlarından NDF ve ADF değerleri Çizelge 3.1’ da verilmiştir.

Çizelge 3.1: Silaj yapımında kullanılan yem hammaddeleri besin değerleri %

YEM	KM %	HK %	HY %	HP %	NDF %	ADF %
Pirinç Samanı	94,86	16,32	0,96	3,36	77,51	65,83
Silajlık Mısır	29,71	5,75	2,54	7,12	62,98	42,00
Yaş Şeker Pancarı Posası	15,94	8,25	1,45	10,02	67,82	39,97
Kavuzlu Arpa	94,42	2,04	2,28	8,58	30,63	15,87

KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HY: Ham Yağ, HP: Ham Protein, NDF: Nötral Deterjan Fiber, ADF: Asit Deterjan Fiber

Silaj yapımında kullanılan hammaddelerin KM seviyeleri açısından bakıldığında en yüksek KM düzeyi pirinç samanında(% 94,86) bulunmuştur. En düşük KM değeri YŞPP(% 15,94) içerisinde bulunmuştur.

HK seviyeleri açısından en yüksek değer % 16,32 ile pirinç samanında bulunmuştur. En düşük HK değeri ise % 2,04 ile kavuzlu arpa’ da belirlenmiştir.

En yüksek HY değeri ise % 2,54 ile silajlık mısırdaki bulunmuştur. En düşük HY içeriği %0,96 ile pirinç samanında ölçülmüştür. Silajlık mısır ve kavuzlu arpa’ HY değerleri sırasıyla % 2,54 ve % 2,28 ile yakın değerler olarak ölçülmüştür.

HP seviyesi en yüksek olan yem hammaddesi % 10,02 ile YŞPP olmuştur. En düşük HP değeri ise % 3,36 ile pirinç samanında belirlenmiştir. Silajlık mısır %7,12 ve kavuzlu arpa’ % 8,58 ile birbirlerine yakın HP değeri ölçülmüştür.

Silajlık materyaller içinde kullanılan yem hammaddelerinin arasında en yüksek NDF ve ADF sırasıyla % 77,52 ve % 65,83 değerlerine sahip olan pirinç samanı olarak dikkat çekmiştir. Silajlık mısır ve YŞPP’ nda bulunan NDF sırasıyla % 62,98 ve % 67,82 ile

ADF sırasıyla % 42 ve % 39,97 değerleri birbirlerine çok benzer bir şekilde bulunmuştur. En düşük NDF ve ADF sırasıyla % 30,63 ve % 15,87 olarak kavuzlu arpa' da bulunmuştur.

Hazırlanan silaj gruplarının besin madde değerleri KM, HK, HP ve HY içerikleri ile hücre duvarı yapı elemanlarından NDF ve ADF değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2: Silaj gruplarının Besin Madde Değerleri %(n: 48)

	KM %	HK %	HP %	HY %	NDF %	ADF %
ŞPPK	58,81 ^b ±0,66	14,92 ^b ±0,03	6,62 ^b ±0,08	1,66 ^{ab} ±0,06	74,64 ^{bc} ±0,91	60,46 ^b ±1,19
ŞPPNaOH	59,38 ^b ±0,61	15,62 ^c ±0,12	6,44 ^b ±0,06	1,38 ^a ±0,76	77,01 ^c ±0,94	59,09 ^b ±1,50
ŞPPLP	59,05 ^b ±0,74	14,97 ^b ±0,16	7,20 ^b ±0,10	1,66 ^b ±0,05	76,13 ^{bc} ±0,90	59,89 ^b ±0,94
SMK	51,71 ^a ±0,47	13,64 ^a ±0,11	6,25 ^a ±0,09	1,38 ^a ±0,04	73,31 ^{ab} ±0,76	57,94 ^{ab} ±1,23
SMNaOH	52,38 ^a ±0,68	14,07 ^a ±0,24	5,86 ^a ±0,03	1,72 ^b ±0,04	71,05 ^a ±1,44	54,44 ^a ±2,14
SMLP	50,84 ^a ±0,61	13,78 ^a ±0,12	6,42 ^{ab} ±0,05	1,48 ^{ab} ±0,06	71,58 ^a ±0,75	53,35 ^a ±1,88
P değeri	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,007

ŞPPK: Şeker Pancarı Posası Kontrol, ŞPPNaOH: Şeker Pancarı Posası NaOH, ŞPPLP: Şeker Pancarı Posası L.plantarum, SMK: Silajlık Mısır Kontrol, SMNaOH: Silajlık Mısır NaOH, SMLP: Silajlık Mısır L.plantarum KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HY: Ham Yağ, HP: Ham Protein, NDF: Nötral Deterjan Fiber, ADF: Asit Deterjan Fiber (p<0,05)

Silajlık materyallere bakıldığında KM düzeyleri arasında istatistiksel farklılık olmasına rağmen KM düzeylerinin %51-59 arasında değiştiği ve tüm grupların haylajların kabul edilen KM düzeyi arasında olduğu görülmüştür. En düşük KM düzeyi SMLP %50,84 grubunda en yüksek KM değeri ŞPPK %58,81 grubunda bulunmuştur.

HK düzeylerine bakıldığında %13,78 ile %15,62 arasında değiştiği deneme alt grup sayılarının fazlalığı ve manipulasyon hatalarının azlığı neticesinde bu küçük aralıkta bile gruplar arasında istatistiksel önem olduğu görülmüştür. ŞPPK %14,92 ŞPPNaOH %15,62 ŞPPLP %14,97 SMK %13,64 SMNaOH %14,07 SMLP %13,78 olarak ölçülmüştür. En yüksek HK değeri ŞPPNaOH grubunda ve en düşük HK değeri SMK grubunda ölçülmüştür. HK değerleri açısından SMK, SMNaOH ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır. Aynı zamanda ŞPPK ve ŞPPLP grupları arasında da istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır.

HP düzeyleri incelendiğinde 5,86 ile 7,19 arasında değiştiği deneme alt grup sayılarının fazlalığı ve manipulasyon hatalarının azlığı neticesinde bu küçük aralıkta bile gruplar arasında istatistiksel önem olduğu görülmüştür. ŞPPK 6,61 ŞPPNaOH 6,44 ŞPPLP 7,19 SMK 6,25 SMNaOH 5,86 SMLP 6,42 olarak ölçülmüştür. ŞPPK, ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır. Ayrıca SMK, SMNaOH ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır.

HY düzeylerine bakıldığında 1,38 ile 1,72 arasında değiştiği deneme alt grup sayılarının fazlalığı ve manipulasyon hatalarının azlığı neticesinde bu küçük aralıkta bile gruplar arasında istatistiksel önem olduğu görülmüştür. ŞPPK 1,65 ŞPPNaOH 1,38 ŞPPLP 1,66 SMK 1,38 SMNaOH 1,71 SMLP 1,48 olarak ölçülmüştür. ŞPPK, ŞPPNaOH, SMK ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır. Ayrıca ŞPPK, ŞPPLP, SMNaOH ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır.

NDF düzeyleri incelendiğinde 71,05 ile 77,01 arasında değiştiği deneme alt grup sayılarının fazlalığı ve manipulasyon hatalarının azlığı neticesinde bu küçük aralıkta bile gruplar arasında istatistiksel önem olduğu görülmüştür. ŞPPK %74,64 ŞPPNaOH %77,01 ŞPPLP %76,13 SMK %73,31 SMNaOH %71,05 SMLP %71,58 olarak ölçülmüştür. NDF düzeylerine bakıldığında en yüksek ŞPPNaOH grubunda ve en düşük SMNaOH grubunda ölçülmüştür. SMK, SMNaOH ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır. ŞPPK, ŞPPLP ve SMK grupları arasında da istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır. Ayrıca ŞPPK, ŞPPNaOH ve ŞPPLP grupları arasında da NDF değeri açısından istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır.

ADF düzeyleri 53,35 ile 60,46 arasında değiştiği deneme alt grup sayılarının fazlalığı ve manipulasyon hatalarının azlığı neticesinde bu küçük aralıkta bile gruplar arasında istatistiksel önem olduğu görülmüştür. ŞPPK %60,46 ŞPPNaOH %59,09 ŞPPLP %59,89 SMK %57,94 SMNaOH %54,44 SMLP %53,35 olarak ölçülmüştür. ADF düzeylerine bakıldığında en yüksek ŞPPK grubunda ve en düşük SMLP grubunda ölçülmüştür. SMK, SMNaOH ve SMLP grupları grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır. Ayrıca ŞPPK, ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMK grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.3: Silaj Gruplarının pH ve Organik Asit Değerleri(n: 48)

	pH	LA mg/g	PA mg/g	BA mg/g	AA mg/g
ŞPPK	4,28 ^b ±0,01	9,59 ^a ±0,61	0,41 ^a ±0,04	0,48 ^a ±0,04	0,46 ^a ±0,05
ŞPPNaOH	4,54 ^b ±0,02	31,70 ^d ±1,10	TE	0,72 ^b ±0,06	TE
ŞPPLP	4,27 ^b ±0,01	30,96 ^d ±1,73	TE	TE	TE
SMK	4,05 ^a ±0,02	16,11 ^b ±1,03	0,38 ^a ±0,04	0,64 ^b ±0,05	0,41 ^a ±0,04
SMNaOH	4,38 ^b ±0,04	23,01 ^c ±1,46	TE	TE	TE
SMLP	3,97 ^a ±0,01	17,87 ^b ±0,80	0,59 ^b ±0,04	TE	0,67 ^b ±0,07
P değeri	<0,001	<0,001	0,004	0,011	0,008

ŞPPNaOH: Şeker Pancarı Posası NaOH, ŞPPLP: Şeker Pancarı Posası L.plantarum, SMK: Silajlık Mısır Kontrol, SMNaOH: Silajlık Mısır NaOH, SMLP: Silajlık Mısır L.plantarum LA: Laktik Asit, PA: Propiyonik Asit, BA: Bütirik Asit, AA: Asetik Asit, ŞPPK: Şeker Pancarı Posası Kontrol, TE: Tespit Edilemedi(p<0,05)

Yapılan analizler sonrasında gruplarının pH değerinin birbirlerine çok yakın olduğu 3,96-4,53 arasında ideal silaj değerlendirilmesinin içinde olduğu görülmüştür. Grupların pH değerleri 3,96 ile 4,53 arasında değiştiği deneme alt grup sayılarının fazlalığı ve manipulasyon hatalarının azlığı neticesinde bu küçük aralıkta bile gruplar arasında istatistiksel önem olduğu görülmüştür. ŞPPK 4,27 ŞPPNaOH 4,53 ŞPPLP 4,27 SMK 4,05 SMNaOH 4,37 ve SMLP 3,96 olarak bulunmuştur. pH değerlerine göre en yüksek grup ŞPPNaOH ve en düşük grup SMLP olarak ölçülmüştür. ŞPPK, ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMNaOH grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır. SMK ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır.

LA değerleri incelendiğinde ŞPPK 9,59 ŞPPNaOH 31,70 ŞPPLP 30,96 SMK 16,11 SMNaOH 23,01 ve SMLP 17,87 olarak ölçülmüştür. LA değerlerine göre en yüksek grup ŞPPNaOH ve en düşük grup ŞPPK olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında SMK ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır. ŞPPNaOH ve ŞPPLP gruplarında istatistiksel olarak benzerlik oluşmuştur.

PA değerlerine bakıldığında ŞPPK 0,41 SMK 0,04 ve SMLP 0,59 olarak ölçülmüştür. ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMNaOH gruplarında PA değeri 0 olarak tespit edilmiştir. En yüksek PA değeri ölçülen grup SMLP ve en düşük gruplar ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMNaOH olmuştur. Gruplar arasında ŞPPK ve SMK grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır.

BA değeri sadece 3 grupta ŞPPK 0,48 ŞPPNaOH 0,72 ve SMK 0,64 olarak ölçülmüştür. ŞPPLP, SMNaOH ve SMLP gruplarında BA ölçümü 0 olarak tespit edilmiştir. En yüksek BA seviye ŞPPNaOH grubunda ve en düşük BA seviyesi ŞPPLP, SMNaOH ve SMLP grubunda bulunmuştur. ŞPPNaOH ve SMK grupları arasında istatistiksel açıdan benzerlik bulunmuştur.

AA değeri sadece 3 grupta ŞPPK 0,46 SMK 0,41 ve SMLP 0,67 olarak ölçülmüştür. ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMNaOH gruplarında AA değeri 0 olarak tespit edilmiştir. En yüksek AA seviye SMLP grubunda ve en düşük AA seviyesi ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMNaOH grubunda bulunmuştur. ŞPPK ve SMK grupları arasında istatistiksel açıdan benzerlik bulunmuştur.

Çizelge 3.4: Grupların Flieg Puanları(n: 48)

Gruplar	Flieg Puanı
ŞPPK	151,57 ^c ±1,62
ŞPPNaOH	142,28 ^b ±1,86
ŞPPLP	152,15 ^c ±2,03
SMK	146,38 ^{bc} ±1,52
SMNaOH	134,62 ^a ±2,69
SMLP	147,98 ^{bc} ±1,38
P Değeri	<0,001

ŞPPK: Şeker Pancarı Posası Kontrol, ŞPPNaOH: Şeker Pancarı Posası NaOH, ŞPPLP: Şeker Pancarı Posası L.plantarum, SMK: Silajlık Mısır Kontrol, SMNaOH: Silajlık Mısır NaOH, SMLP: Silajlık Mısır L.plantarum(p<0,05)

Grupların Flieg puanları değerlendirildiğinde bütün grupların Flieg puanları çizelge 2.4' de yer alan puanlama tablosuna göre çok iyi derecede çıkmıştır. Flieg puanlarının en yüksek değeri ŞPPLP grubunda 152,15 ve en düşük değer ise SMNaOH grubunda 134,62 olarak bulunmuştur. Bütün grupların Flieg puanları 152,15 ve 134,62 aralığında değişiklik göstermiştir. Flieg puanı açısından ŞPPNaOH, SMK ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır. ŞPPK, ŞPPLP ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik çıkmıştır.

Çizelge 3.5: Silajların İn Vitro Sindirim Düzeyleri %(n: 48)

KM %	HP %	NDF %	ADF %	HY %	HK %
------	------	-------	-------	------	------

ŞPPK	38,87 ^a ±1,18	57,56 ^b ±1,02	34,06 ^a ±1,76	34,21±1,48	117,51 ^a ±7,55	9,83±1,64
ŞPPNaOH	47,82 ^c ±0,89	57,19 ^b ±1,38	43,56 ^b ±1,18	40,26±1,88	175,29 ^b ±11,82	15,59±1,70
ŞPPLP	45,65 ^{bc} ±1,19	65,46 ^d ±1,09	39,49 ^{ab} ±1,14	38,50±3,11	131,63 ^b ±7,0	14,54±2,60
SMK	42,15 ^{ab} ±2,24	60,65 ^c ±0,82	36,14 ^a ±2,46	34,19±3,92	124,93 ^a ±6,16	14,96±3,05
SMNaOH	45,18 ^{bc} ±2,21	47,62 ^a ±0,54	36,02 ^a ±2,60	31,42±3,64	157,32 ^a ±9,77	15,45±3,19
SMLP	44,30 ^{bc} ±1,91	57,24 ^b ±0,77	35,85 ^a ±2,54	29,37±3,59	113,04 ^b ±9,59	13,93±2,14
P değeri	0,011	<0,001	0,025	0,141	<0,001	0,581

ŞPPK: Şeker Pancarı Posası Kontrol, ŞPPNaOH: Şeker Pancarı Posası NaOH, ŞPPLP: Şeker Pancarı Posası L.plantarum, SMK: Silajlık Mısır Kontrol, SMNaOH: Silajlık Mısır NaOH, SMLP: Silajlık Mısır L.plantarum, KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HY: Ham Yağ, HP: Ham Protein, NDF: Nötral Deterjan Fiber, ADF: Asit Deterjan Fiber(p<0,05)

Silajların in vitro sindirim düzeyleri Çizelge 3.5'te verilmiştir. Hem silajlık mısır hem de YŞPP kullanarak hazırlanan pirinç samanı silajlarında L.plantarum ve NaOH katkılarının in vitro KM sindirilebilirliğini yükselttiği bulunmuştur. L.plantarum katkısının hem HP hem de HY'ın in vitro sindirilebilirliğini silajlık mısır ve pirinç samanı içeren silaj grubunda düşürmüştür. ADF ve HK'ün in vitro sindirilebilirliği gruplar arasında benzer bulunmuştur. NDF'in vitro sindirilebilirliği bakımından Çizelge 3.5'ün incelenmesinde inokulant katkısının silajların in vitro NDF sindirilebilirliğini etkilemediği, NaOH katkısının ise yalnızca ŞPPNaOH grubunda in vitro NDF sindirilebilirliğini önemli derecede artırdığı görülmüştür.

4. TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmadaki muhafaza şartlarına benzer olarak; Vakumlu poşetler kullanılarak daha önce de çalışmalar yürütülmüş olup çalışmalarda oluşan silajların pH değerleri ile yapılan çalışmadaki silaj örneklerinin pH değerleri arasında benzerlik olduğu görülmüştür (Johnson vd., 2005; Hoedtke ve Zeyner, 2011).

Örneklerimizin KM düzeylerinin silajlar için uygun KM aralığında olduğu görülmüştür. KM düzeylerine bakıldığında YŞPP içeren grupların KM düzeyleri SM içeren grupların KM düzeylerine göre daha yüksek olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada KM düzeylerine benzer olarak; Müller ve Johansen (2020) yaptıkları çalışmada farklı ebatlarda haylaj örnekleri oluşturmuşlar. Bu örneklerden büyük ve yuvarlak olan haylaj içerisinde % 55,2 KM değerinin ve küçük kare şeklinde olan haylaj içerisinde % 54,9 KM değerinin olduğunu ifade etmişler. Bu çalışmada; içerisinde YŞPP ve SM içeren gruplara ayrı ayrı bakıldığında gruplar içerisinde NaOH içerenlerin KM seviyesinin diğerlerine göre daha yüksek bulunduğu görülmektedir. Bu duruma göre NaOH seviyesinin haylajların KM seviyesini yükselttiği ifadesine ulaşılabilmektedir.

HK seviyeleri bütün gruplar içerisinde birbirlerine benzer düzeylerde gerçekleşmiştir. Gruplar arasında en yüksek HK değeri ŞPPNaOH grubunda ve en düşük HK değeri SMK grubunda gerçekleşmiştir. İçerisinde YŞPP içeren grupların HK düzeyleri SM içeren grupların HK düzeylerine göre daha yüksek çıkmıştır. Martens vd. (2022) buğday samanı üzerindeki sindirilebilirlik çalışmasında farklı oranlarda NaOH kullanmıştır. Çalışma sonucunda kontrol grubuna kıyasla NaOH içeren grup içerisindeki HK düzeyini daha yüksek bulmuşlar ve NaOH seviyesinin arttığı diğer gruplarda da HK düzeyinin daha da yükseldiğini gözlemlemişlerdir (Martens vd., 2022). Benzer bir başka çalışmada; Arısoy (1998) buğday samanına ilave etmiş olduğu NaOH kontrol grubuna kıyasla HK düzeyinde artışına neden olduğunu aktarmıştır (Arısoy, 1998). Benzer olarak bu çalışmada silaj örnekleri içerisinde NaOH bulunan örneklerin HK seviyeleri diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun neticesinde NaOH ilavesinin gruplardaki HK seviyesini yukarı yönlü olarak değiştirdiği görülmüştür. Bu durum NaOH' in mineral olmasından dolayı beklenen bir sonuç olarak yorumlanmıştır.

HP seviyesi en fazla 6,61 ŞPPK grubunda en düşük HP seviyesi ise 5,86 ile SMNaOH grubunda ölçülmüştür. YŞPP içeren grupların HP seviyesi SM içeren grupların HP seviyesine göre daha yüksek olarak ölçülmüştür. Örnekler hazırlanırken kullanılan yemlerin besin maddelerine bakıldığında YŞPP içerisindeki HP değeri(10,02) SM içerisindeki HP değeri(7,12) olarak ölçülmüştür. Bu durumdan kaynaklı olarak YŞPP gruplarındaki HP değerinin SM içeren gruplara göre daha yüksek HP' ye sahip olması beklenen bir sonuç olarak görülmüştür. Ayrıca hem YŞPP içeren gruplarda hem de SM içeren gruplarda içerisinde NaOH içeren grupların HP değerleri düşük kalmıştır. Bu durumdan hareketle NaOH ilavesinin HP miktarını oransal olarak düşürdüğü düşünülmüştür. Ma vd. (2023) çalışmalarında HP seviyelerine bakıldığında L.plantarum içeren gruplar içerisindeki HP değeri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bu sonuçlar yapılan çalışma kapsamındaki ŞPPLP grubunun YŞPP içeren gruplar arasında en yüksek HP değerine sahip olması ve SMLP grubunun SM içeren gruplar arasında en yüksek HP değerine sahip olması durumu ile benzerlik göstermektedir.

Grupların HY seviyeleri açısından en yüksek değer SMNaOH grubunda ve en düşük değer ise SMK grubunda ölçülmüştür. Martens vd. (2022) çalışmasındaki gruplarında HY seviyesi NaOH içeren gruplarında kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir. 60 g ilave edilen NaOH gruplarının HY değerleri 120 g NaOH ilave edilen gruplarla kıyaslandığında 120 g ilave edilen gruplardaki HY değeri daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir (Martens vd., 2022). Bu çalışmada da HY açısından benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu durumun bakteriyel yağ asitlerinin artması neticesinde oluşan asitlikle ilgili olduğu düşünülmüş ve NaOH' in bazik olmasından dolayı mikroorganizma faaliyetlerinde bir yükseliş oluşturduğu düşünülmüştür.

De Brabander vd. (1999) yaptıkları çalışmada birçok yem maddesinin besin değerliliklerini incelemişlerdir. Mısır silajı ve preslenmiş şeker pancarı posasının besin değerliliklerini karşılaştırdıklarında şeker pancarı posasının mısır silajına kıyasla daha yüksek bir NDF değerine sahip olduklarını aktarmışlardır. Yapılan çalışmadaki gruplar içerisindeki NDF seviyeleri de benzer olarak YŞPP içeren gruplarda daha yüksek olarak ölçülmüştür. Ayrıca YŞPP yeminin NDF düzeyinin SM yeminin NDF düzeyinden yüksek olduğu çizelge 3.1' de görülmektedir ve buna bağlı olarak YŞPP içeren grupların NDF düzeylerinin SM içeren gruplara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Gruplardaki silaj örnekleri analizi sonucunda elde edilen verilere göre ADF seviyeleri açısından en yüksek seviye kontrol gruplarında gerçekleşmiştir. NaOH ilavesi ve L.plantarum ilavesi rakamsal olarak ADF değerlerini azaltıcı etki gösterirken istatistik olarak önemli bir etki göstermemiştir. Bu durum daha yüksek oranlarda NaOH ve L.plantarum uygulamalarında istatistik önem oluşabileceğini akla getirmiştir. Genel olarak YŞPP içeren gruplardaki ADF seviyeleri SM içeren grupların ADF seviyelerine göre daha yüksek bulunmuştur. Ma vd. (2023) çalışmalarında pirinç samanı üzerine farklı katkı maddeleri uygulayarak silaj denemesi gerçekleştirmiştir. Çalışmalarında ADF seviyesi en yüksek grup kontrol grubu olarak bildirilmiştir. Bu durum çalışmadaki silaj örneklerinin gruplar arasındaki ADF seviyeleriyle benzerlik göstermiştir.

Silajın pH değeri silajın fermantasyon kalitesini değerlendirmek için temel bir kriterdir (Wang vd., 2019). Optimum silaj pH aralığının 3,9-4,2 aralığında olması gerektiğini aktarmışlardır (Stanacev ve Vik, 2002). Bu çalışmadaki gruplardan L.plantarum' un bulunduğu gruplar içerisindeki pH seviyesi tüm gruplar içerisinde en düşük düzeyde(ŞPPLP:4,27- SMLP:3,96) gerçekleşmiştir. NaOH ilave edilen gruplar açısından bakıldığında pH düzeyleri en yüksek düzeyde(ŞPPNaOH:4,53- SMNaOH:4,37) olan gruplar olduğu çizelge 3.3' de ifade edildiği gibidir. Kontrol gruplarının pH değerleri ise ortalama seviyede(ŞPPK:4,27- SMK:4,05) kalmıştır. Bütün grupların pH düzeyleri 4,53- 3,96 aralığında gerçekleşmiştir. Yapılan çalışmaya göre silajlık materyal içerisine katkı maddesi olarak katılan NaOH ve L.plantarum' un silajın pH değerinin istatistiksel olarak bir farklılık ortaya koymadığı belirlenmiştir. Ayrıca yapılan çalışma içerisinde hem YŞPP içeren gruplarda hem de SM içeren gruplarda en düşük pH seviyeleri L.plantarum içeren gruplarda gerçekleşmiştir. Bu çalışmadan elde edilen pH değerlerine benzer olarak; Chen vd. (2023), litchi bitkisinin silolanması konusunda yaptıkları çalışmada Lactobacillus plantarum ilavesi olan gruplarındaki pH değerini önemli ölçüde azalttığı ifade edilmiştir ve bu durum sonucunda silajda oluşabilecek olan zararlı mikroorganizmaları(koliform bakteriler) inhibe ettiğini bildirmişler.

Silaj örneklerinin LA düzeyleri açısından incelendiğinde; istatistiksel olarak SMNaOH ve SMK gruplarının, ŞPPNaOH ile ŞPPLP gruplarının birbirlerine benzer oldukları görülmüştür. Diğer gruplar olan ŞPPK ve SMNaOH gruplarında ise tüm gruplardan bağımsız olarak LA seviyesi gerçekleşmiştir. Bu çalışmada, en yüksek LA

konsantrasyonuna ŞPPNaOH grubunda elde edilmiştir. Bu da NaOH' in başta pirinç samanı olmak üzere silolanmasının pirinç samanının fiziksel yapısını bozduğunu, bunun da yüzey alanını artırdığını ve içindeki içerikleri açığa çıkardığını göstermektedir. Liu vd. (2023) çalışmalarında pirinç samanı silajının 60 günlük fermentasyon sonrası LA seviyesini ortalama olarak 24,93 bulmuşlardır, buna karşın Borreani vd. (2007) çalışmalarında alpine çayırlarından haylaj yamışlar ve LA seviyesini 1,13 olarak bulmuşlardır. Sunulan çalışmada LA seviyesi Borreani vd. (2007) çalışmasındaki pirinç samanı silajının LA seviyelerine yakın olarak bulunmuş olsa da çizelge 3.3' de görüldüğü şekliyle LA seviyesi L.plantarum ve NaOH içeren gruplarda yüksek bulunduğu görülmektedir. YŞPP içeren grupların LA seviyelerinin SM içeren grupların LA seviyelerine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu duruma istinaden LA seviyesinin yükselmesinde YŞPP' nin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca LA seviyeleri kontrol gruplarında diğer gruplara göre daha düşük seviyelerde kalmıştır. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada 21 günlük fermentasyonla elde edilen silaj örneklerinde LA seviyeleri L.plantarum içeren gruplar(LA:65,87) içerisinde kontrol gruplarındaki(LA:54,83) LA düzeylerine göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada kullanılan tatlı sorgumun homolaktik fermentasyona uygun olması nedeniyle LA seviyelerinin yüksek olduğu ifade edilmiştir (Ren vd., 2024).

Sarwono vd. (2022), yaptıkları çalışmada pirinç samanlarına L.plantarum ve sellüloz enzimi ilave ederek silaj örnekleri hazırlamış ve 60 günlük bir fermentasyona tabi tutmuşlardır. Çalışmalarında ifade ettiklerine göre PA kontrol gruplarında tüm gruplara kıyasla daha yüksek bulunmuş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. Zhao vd. (2019), pirinç samanından silaj yapmak için yaptıkları çalışmalarında aynı şekilde L.plantarum bakterisi ve buna ek olarak melas kullanmışlardır. Silaj örneklerinin fermentasyonları sonrasında PA seviyelerinin kontrol grubunda L.plantarum içeren gruba göre daha yüksek olduğunu bildirmişler ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da diğer çalışmalara paralel olarak PA her iki kontrol grubunda da belirlenmiştir. Gruplar arasında ŞPPK ve SMK grupları arasında istatistiksel olarak bir benzerlik bulunmuştur. SMLP grubunda PA tespit edilmesine karşın diğer gruplar ile arasında istatistiksel olarak benzerlik görülmemiştir. Ayrıca ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMNaOH gruplarında PA seviyesinin 0 olarak tespit edilmesiyle gruplar arasında istatistiksel olarak benzerlik bulunmuştur. Örneklerdeki PA seviyelerine bakıldığında NaOH içeren gruplarda PA oluşumu

gözlemlenmemiştir. Bu duruma istinaden NaOH katkı maddesinden kaynaklı PA üretimini baskıladığı düşünülmüştür.

Altmış günlük fermantasyon süresi sonrasında örneklerde oluşan BA düzeylerine bakılmıştır. BA seviyeleri açısından ŞPPK, ŞPPNaOH ve SMK gruplarında BA tespit edilmiştir. BA üretimi KM seviyesi % 30'dan daha az olan silajlar içerisindeki clostridial bakterilerin meydana getirdiği istenmeyen bir organik asittir (McDonald vd., 1991). Diğer gruplarda BA 0 olarak tespit edilmiştir. ŞPPLP, SMNaOH ve SMLP gruplarında 0 olarak tespit edilen BA seviyesi gruplar arasında istatistiksel bir benzerlik ortaya çıkarmıştır. ŞPPNaOH ve SMK grupları arasında istatistiksel açıdan benzerlik ortaya çıkmıştır. Haylaj ve silaj örneklerinde BA istenmeyen bir organik asittir. Çalışma içerisindeki 3 grup içerisinde BA oluşmaması olumlu bir gösterge olarak değerlendirilmiştir. Liu vd. (2023), pirinç samanı üzerine yaptıkları çalışmada düşük, orta ve yüksek yoğunluklu silolama grupları oluşturmuşlardır. Bu grupların 60 günlük fermantasyonları sonrasında yapılan analizler sonucunda BA seviyeleri sırasıyla 0,45-0,47 ve 0,44 olarak ölçmüşler. Değerler yapılan bu çalışmada bulunan değerler ile benzerlik göstermektedir. Ding vd. (2022) yaptıkları çalışmada kontrol grupları içerisinde BA tespit etmişler. Çalışmalarında BA düzeylerinin grupların silolama sürelerindeki artışa paralel olarak arttığını gözlemlemişlerdir. Bu durum yapılan çalışmadaki fermantasyon süresinin 60 gün olması ve BA tespit edilen 3 gruptan 2 grubun kontrol grubu olması nedeniyle Ding vd. (2022) çalışması ile benzerlik göstermektedir. Silolama esnasında LA üreten bakterilerin varlığı fermantasyonu desteklemekte ve BA üreten bakterilerin gelişimini engellemektedir (Schmidt vd., 2009). Aksi taktirde silolamada kullanılan yem kaynaklarının içerisinde bulunan kolay fermente olabilen karbonhidratları kullanan clostridium butyricum aktivitesini arttırarak BA üretimini arttırarak LA üretimini azaltacağı ifade edilmiştir (Pys vd., 2002). Bu ifadelere paralel olarak yapılan çalışmada içerisinde L.plantarum içeren gruplarda BA üretimi görülmemesi dikkat çekmektedir.

Sarwono vd. (2022) çalışmalarında ifade ettiklerine göre AA kontrol gruplarında tüm gruplara kıyasla daha yüksek bulunmuş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında AA 3 farklı grupta tespit edilmiştir. Bu gruplar ŞPPK, SMK ve SMLP grupları olmuştur. ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMLP gruplarında AA 0 tespit edilmiş olup bu gruplar arasında istatistiksel olarak benzerlik

bulunmuştur. Ayrıca ŞPPK ve SMK grupları arasında da istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır. AA seviyenin 0 tespit edildiği grupların çoğunda NaOH içermesi NaOH' ın gruplarda AA üretilmesini engellemiş olabileceğini düşündürmüştür.

Liu vd. (2023), yaptıkları çalışma pirinç samanı silajı yapmışlar ve 60 günlük fermentasyona bırakılan gruplardaki Flieg puanları 107-125 aralığında gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı bir fark olduğunu belirtmişlerdir. Bir başka çalışma kapsamında silaj gruplarının tamamının Flieg puanları 100' den yüksek olarak bulunmuş ve araştırmacılar bu durum neticesinde silajların fermentasyon aşamasında iyi korunduğunu belirtmişlerdir (Abo-Donia vd., 2022). Bu çalışmada ŞPPK, ŞPPLP, SMK ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır. ŞPPNaOH, SMK ve SMLP grupları arasında da istatistiksel olarak benzerlik meydana gelmiştir. Bütün gruplarda bu çalışmalara benzer bir şekilde sonuçlanmıştır. Çalışmadaki gruplarda var olan Flieg puanlarının tamamı 100 puan üzerinde gerçekleşmiştir. Bu durum Flieg puan çizelgesi açısından oldukça iyi bir sonuç olarak değerlendirilebilmektedir. ŞPP içeren grupların Flieg puanları SM içeren grupların puanlarına göre daha yüksek bulunmuştur ve her iki tarafta da L.plantarum içeren gruplar en yüksek Flieg puanına sahip olmuştur.

4.1. İn Vitro Sindirim Sonrası

Denek vd. (2010), yaptıkları çalışmada; Kaba yemlerin sindirilebilirliğini ölçmek için inkübasyon süresinin 72 saate çıkarılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Mısır saplarını ince ve kalın haliyle parçalayarak in vitro inkübasyona bırakılmış. 72 saatlik in vitro inkübasyon ile ince öğütülmüş olan mısır saplarının KM sindirilebilirlik düzeylerinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir (Zhang vd., 2007).

Bu çalışmalarda olduğu gibi silajların 60 günlük fermentasyon sürelerinin sonunda 72 saatlik in vitro sindirim denemesi yapılarak sindirilebilirlik seviyelerine bakılmıştır. Bu aşamada elde edilen veriler ışığında silajların içerisine katılan katkı maddeleri ile fermentasyon sonrasında gerçekleşebilecek olan sindirim düzeylerinde değişiklik olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. İn vitro sindirim denemesinde uygulama süresine benzer olarak en yüksek KM sindirilebilirliği ŞPPNaOH % 47,82 grubunda bulunmuştur. En düşük KM sindirimi ise ŞPPK % 38,87 olmuştur. Gruplar arasında ŞPP ve SM içeren grupları kıyasladığımızda kontrol gruplarının KM sindirilebilirliği diğer gruplara kıyasla

düşük kalmıştır. ŞPP ve SM içeren gruplarda en yüksek KM sindirimi NaOH içeren gruplarda ortaya çıkmıştır. ŞPPK ve SMK grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır. ŞPPLP, SMK, SMNaOH ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır. ŞPPNaOH, SMNaOH ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik ortaya çıkmıştır. Klopfenstein vd. (1972) yaptıkları çalışmada yonca sapları, mısır koçanları, bütün haldeki mısır bitkisi ve mısır saplarına bir gruba NaOH ilave edilmemiş ve diğer gruplara % 3 NaOH ve % 5 düzeyinde NaOH ilavesi yapmışlar. Çalışmalarının sonucunda NaOH ilavesinin IVKMS düzeylerinin deneme gruplarında NaOH miktarındaki artışa paralel olarak arttığını ifade etmişlerdir. Bu duruma benzer olarak bu çalışma içerisinde NaOH içeren gruplarda KM sindiriminin yükseldiği görülmüştür.

HK seviyelerindeki in vitro sindirim düzeyleri açısından en yüksek değer ŞPPNaOH grubunda elde edilmiştir. En düşük değer ise ŞPPK grubunda elde edilmiştir. YŞPP ve SM içeren gruplar ayrı ayrı değerlendirildiklerinde NaOH içeren grupların HK değerlerinin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Moss vd. (1993) yaptıkları çalışmada samanlar içerisine NaOH ilave etmişler ve NaOH içeren samanların HK değerlerinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı şekilde Arısoy (1998) çalışmasında NaOH ilave ettiği saman grubunda diğer gruplara kıyasla HK düzeyinin yüksek çıkmasının NaOH içerisinde yer alan minerallerden kaynaklı olabileceğini aktarmıştır. Yapılan çalışmaya benzer olan diğer araştırmalarada bakıldığında; Bu durum sonucunda NaOH' ın mineral içermesinden dolayı HK değerini yükselterek beklenen bir etki oluşturduğu görülmüştür.

İn vitro sindirim denemesinde HP sindirim düzeylerindeki en yüksek sindirim ŞPPLP grubunda en düşük HP sindirimi ise SMNaOH grubunda olmuştur. SM ve YŞPP içeren grupların karşılaştırılması yapıldığında aralarında en düşük HP sindirimi NaOH içeren gruplarda olmuştur. ŞPPK, ŞPPNaOH ve SMLP grupları HP seviyelerindeki in vitro sindirilmeye düzeyleri açısından istatistiksel olarak birbirlerine benzer sonuçlar çıkmıştır. Marlida vd. (2023), yaptıkları çalışmada pirinç samanı içerisine *L.plantarum* ve *S.cereviciae* ilave etmişler ve en yüksek in vitro HP sindirimini İn Vitro Ham Protein Sindirim(IVHPS)(%84,42) bu inokulantların olduğu gruplarda bulduklarını ifade etmişler. *L.plantarum* ilave ettikleri pirinç samanı silajlarında HP seviyelerinde artış olduğunu ifade etmişlerdir (Kim vd., 2017). Bu çalışmadaki YŞPP içeren gruplar arasında

kıyaslama yapıldığında benzer bir sonuç olarak *L.plantarum* içeren gruplarda en yüksek in vitro HP sindirimi (% 65,46) olmuşken, SM içeren gruplar arasında bir kıyas yapıldığında ise *L.plantarum* ilave edilmiş olan grup ise en yüksek ikinci HP sindirim (%57,24) derecesinin ortaya çıktığı görülmüştür.

HY düzeylerinin in vitro sindirimleri incelendiğinde bütün grupların yağ sindirimiyle ilgili % 100 üzerinde bir sindirim değeri bulunduğu dikkat çekmiştir. ŞPPK, ŞPPLP, SMK ve SMNaOH grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik oluşmuştur. Ayrıca ŞPPNaOH ŞPPK, ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMLP grupları HY seviyelerindeki in vitro sindirilme düzeyleri açısından istatistiksel olarak birbirlerine benzer sonuçlar çıkmıştır. Ayrıca SMK, SMNaOH ve SMLP grupları HY seviyelerindeki in vitro sindirilme düzeyleri açısından da istatistiksel olarak birbirlerine benzer sonuçlar çıkmıştır. ŞPPK, ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMLP grupları HY seviyelerindeki in vitro sindirilme düzeyleri açısından istatistiksel olarak birbirlerine benzer sonuçlar çıkmıştır. Ayrıca SMK, SMNaOH ve SMLP grupları HY seviyelerindeki in vitro sindirilme düzeyleri açısından da istatistiksel olarak birbirlerine benzer sonuçlar çıkmıştır. ŞPPK, ŞPPNaOH, ŞPPLP ve SMLP grupları HY seviyelerindeki in vitro sindirilme düzeyleri açısından istatistiksel olarak birbirlerine benzer sonuçlar çıkmıştır. Ayrıca SMK, SMNaOH ve SMLP grupları HY seviyelerindeki in vitro sindirilme düzeyleri açısından da istatistiksel olarak birbirlerine benzer sonuçlar çıkmıştır ve SMLP grupları arasında da istatistiksel olarak benzerlik meydana gelmiştir. Noble (1981) yapmış olduğu çalışmada; hayvanların rasyonlarında bulunmayan bazı yağ asitlerinin ruminal sindirim sonrasında ortaya çıktığını ifade etmiş. Bu yağ asitlerinin ya dallanmış ($C_{15:0}$ ve $C_{16:0}$) ya da tek sayılı zincirli halinde olabileceğini aktarmıştır($C_{15:0}$ ve $C_{17:0}$). Oluşan bu yağ asitlerinin genellikle bitkisel kökenli yemlerde bulunmadığı ve ruminal mikroorganizmalara özgü olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Wu vd. (1991), yaptıkları çalışmada rumendeki mikroorganizmaların faaliyetinden kaynaklı olarak rumen içerisindeki yağ miktarında artış tespit etmişlerdir. Çalışmalarına göre yağ içermeyen bir rasyon ile beslenen bir ineğe bakıldığında rumen içerisinde günlük olarak 106 g yağ asiti sentezlendiğini bildirmişlerdir. Sunulan çalışmada da, yukarıdaki çalışmalara istinaden HY seviyesinin in vitro sindirim sonrasında artış göstermiş olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca in vitro sindirim süresinin 72 saat olarak uygulanmasının buradaki HY yükselişini ayrıca arttırdığı düşünülmektedir.

NDF' in vitro sindirilebilirliği bakımından Çizelge 3.5' ün incelenmesinde inokulant katkısının silajların in vitro NDF sindirilebilirliğini etkilemediği, NaOH katkısının ise yalnızca YŞPP içeren gruplarda in vitro NDF sindirilebilirliğini önemli derecede artırdığı görülmüştür. İn vitro sindirim denemesi sonrasında NDF' in sindirim seviyesinde ŞPPK, ŞPPLP, SMK, SMNaOH ve SMLP grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik olduğu görülmüştür. Aynı zamanda ŞPPNaOH ve ŞPPLP grupları arasında da istatistiksel olarak benzerlik oluşmuştur. Bu çalışmadaki sonuçlardan farklı olarak; Karaevli ve Baytekin (2018) yaptıkları çalışmada bazı kışlık tek yıllık bitkilerin silaj katkı maddeleri ilave edilerek silaj olma kabiliyetleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kapsamında silajlık materyal için arpa, buğday, tritikale, yulaf ve kolza bitkilerini kullanmışlar. Buradaki silajlık materyallerin fermentasyon yeteneklerini arttırarak silajın kalitesini yükseltmek düşüncesiyle arpa kırması ve LAB inokulantı eklenerek silolama işlemi yapılmış. Sonuç olarak arpa kırmasının ve LAB fermentasyonunu arttırmanın hücre duvarı unsurlarını yıkımlayarak silajın kalitesini arttırdığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada inokulant katkısının silajların in vitro NDF sindirilebilirliğini etkilemediği aksine, Bir çalışmada pirinç samanını fermente etmek için 1×10^{10} cfu/ml miktarında bakteri içeren inokulanttan %1' lik oranında kattıkları deneme grubunda (*L.plantarum* ve *S.cerevisiae*' nin bir kombinasyonu) çalışmanın tamamındaki diğer gruplara kıyasla en yüksek in vitro besin sindirilebilirliğini gösterdiğini aktarmışlardır. Bu takviye ile İn Vitro Kuru Madde Sindirim(IVKMS) (%55), İn Vitro Acid Detergent Fiber Sindirim(IVADFS) (%53,99) ve İn Vitro Notral Detergent Fiber Sindirim(IVNDFS) (%58,39) in vitro sindirilebilirliği değerlerine ulaşılmıştır. Yapılan çalışmaya göre probiyotik mikroorganizmaların mikrobiyel aktiviteyi teşvik ederek rumen ortamını manipüle edebildiğini ve bunun da rumen özelliklerini ve sindirilebilirliğini arttıracak şekilde yem bileşenlerini sindirilebilir forma çevirebileceğini göstermektedir şeklinde görüş bildirmişlerdir(Marlida vd., 2023). NaOH hemiselüloz, lignin ve silikayı çözerek, üronik ve asetik asit esterlerini hidrolize ederek ve selülozu şişirerek hücre duvarını bozar ve böylece yem materyalinin sindirilme derecesini artırır (Jackson, 1997). Ancak bu çalışmada NaOH muamelesi yalnızca YŞPP içeren gruplarda in vitro NDF sindirilebilirliğini önemli derecede artırdığı görülmüştür ve SM içeren gruplarda bir farklılık oluşturmamıştır. NaOH' nın SM NDF sindirilebilirliğini neden etkilemediği belirsizdir. Ancak mısır silajı ile kombine edilen pirinç samanı katkılı ve katkısız gruplarda fermentasyon süresince saman hücre duvarlarından salınan fenolik asitlerin

rumen mikropları üzerindeki olumsuz etkilerinden kaynaklanmış olabilir (Akin ve vd., 1988).

İn vitro sindirim denemesi sonrasında ADF seviyelerine bakıldığında gruplar arasında farklılık görülmemiştir. Bununla birlikte YŞPP, NaOH ve L.plantarum ilavelerinin ADF sindirilebilirlik değerlerini rakamsal olarak yükselttiği dikkat çekiciyken SMK' ya göre NaOH ve L.plantarum ilavesinin tam tersi bir etki ile ADF sindirilebilirlik değerini rakamsal olarak düşürdüğü görülmüştür. Benzer bir etki NDF değerlerinde de dikkat çekicidir. ŞPPK, ŞPPLP, SMK, SMNaOH ve SMLP arasında istatistiksel olarak benzerlik bulunmuştur. Ayrıca ŞPPK, ŞPPNaOH, ŞPPLP, SMK ve SMNaOH grupları arasında da istatistiksel olarak benzerlik tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada YŞPP içeren grupların silajlık mısır içeren gruplara kıyasla ADF sindirimlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara benzer olarak; De Visser ve Hindle, (1990) yaş şeker pancarı posası ve mısır silajı üzerinde yaptıkları çalışmada yaş şeker pancarı posası içeren gruplardaki sindirilebilirlik seviyelerinin mısır silajı içeren gruplara kıyasla daha yüksek olduğunu aktarmışlar. Elde ettikleri bu sonucu yaş şeker pancarı içerisindeki yapısal unsurlardan sindirilebilirlik düzeylerinin mısır silajına göre daha yüksek olmasına dayandırmışlardır. Yapılan bu çalışmadaki YŞPP içeren gruplarda sindirilebilirlik seviyelerinin yüksek olmasının nedeni YŞPP içerisinde yer alan yapısal unsurlarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen verilerden, pirinç samanının L.plantarum veya NaOH katkıları ile SM veya YŞPP ile birlikte yapılan silajlarda düşük pH, propiyonik asit ve bütirik asit tespit edilmesi ve yüksek laktik asit konsantrasyonu, silolama işleminin doğru bir şekilde yapıldığını göstermektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan pirinç samanının vakumlanarak silaj yapılmasının silajın pH değerlerinin ideal pH değeri aralığında olduğu görülmüş olup vakumlamanın silolama açısından iyi bir sonuç ortaya koyduğu görülmüştür. Silaj örneklerinin KM seviyeleri açısından bakıldığında NaOH ilavesinin KM sindirilebilirliğini arttırdığı görülmüştür. Çalışma kapsamında in vitro sindirilebilirlik denemelerinde HY sindirilebilirliğinin % 100 üzerinde oluşu dikkat çekici olmuştur. Bu durum mikroorganizmaların ürettiği yağ asitleri ile ilgili olduğu literatür bildirişleriyse açıkça görülmüştür.

Çalışma kapsamında içerisinde YŞPP bulunan grupların NDF ve ADF sindirimlerinin daha yüksek olduğu görülmüş olup buna bağlı olarak YŞPP pirinç samanı ile birlikte silaj yapılmasının daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ekonomik açıdan bakıldığında YŞPP ekonomik değeri silajlık mısırın ekonomik değerine göre daha ucuz olduğundan YŞPP kullanımının ekonomik anlamda da daha ucuza bir silaj yapılmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

Pirinç samanı gibi ülkemiz ve dünya üzerinde sürekli olarak açığa çıkan bir atık ürünün birçok farklı değerlendirme metodu olmasının yanında yakılarak imha edilmesi hem çevre kirliliğine hem de hayvan besleme için alternatif oluşturabileceği anlaşılan bir yem kaynağının boşa harcanmasına neden olmaktadır. Bu düşünceler ile pirinç samanının yapılan çalışmada da anlaşıldığı üzere çeşitli katkı maddeleri ile sindirilebilirliği artırılarak ruminantların beslenmesinde kullanılmasının yaygınlaştırılması gerektiği düşüncesi hakim olmuştur. Ayrıca gelecek dönemlerde yapılacak farklı nitelikte çalışmalar ve hayvan deneyleri ile pirinç samanının sindirilebilirliğinin daha da iyileştirilmesinin mümkün olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abo-Donia, F. M., Ahmed El-Shora, M., Abd-Elaziz Riad, W., Basuony Elgamal, N., Abdel-Menaem El-Hamady, W. (2022). Improve the nutritional value and utilization of rice straw via an ensiling process with different sources of energy and nitrogen enrichment. *Journal of Applied Animal Research*, 50(1): 333-341.
- Addah, W., Baah, J., Okine, E.K., McAllister T.A. (2012). A third-generation esterase inoculant alters fermentation pattern and improves aerobic stability of barley silage and the efficiency of body weight gain of growing feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 90(5):1541–1552. DOI: 10.2527/jas.2011-4085.
- Adesogan, A.T. (2005). Effect of bag type on the apparent digestibility of feeds in ANKOM DaisyII incubators. *Anim. Feed Sci. Technol*, 119: 333–344. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2004.09.012
- Adesogan, A. T., Arriola, K. G., Jiang, Y., Oyebade, A., Paula, E. M., Pech-Cervantes, A. A., Romero, J.J., Ferraretto, L.F., Vyas, D. (2019). Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. *Journal of dairy science*, 102(6), 5726-5755.
- Akin, D. E., Rigsby, L. L., Theodorou, M. K., Hartley, R. D. (1988). Population changes of fibrolytic rumen bacteria in the presence of phenolic acids and plant extracts. *Animal Feed Science and Technology*, 19(3), 261-275.
- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists. In: Official Methods of Analysis. Eds: Helrich, K., USA, p: 69–88.
- Aresta, M., Dibenedetto, A., Dumeignil, F. (Eds.). (2012). *Biorefinery: from biomass to chemicals and fuels*. Walter de Gruyter.
- Arisoy, M., (1998). The Effect of Sodium Hydroxide Treatment on Chemical Composition and Digestibility of Straw. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 22(2): 165-170.
- Astuti, W.D., Ridwan. R., Fidriyanto, R., Rohmatussolihat, R., Sari, N.F., Sarwono, K.A., Fitri, A., Widyastuti, Y. (2022). Changes in rumen fermentation and bacterial profiles after administering *Lactiplantibacillus plantarum* as a probiotic. *Veterinary World*, 15(8):1969–1974.
- Ayan, İ., Aşçı, Ö. Ö., Başaran, U., Mut, H. (2006). Bazı Yem Şalgamı (*Brassica Rapa L.*) Çeşitlerinin Verim Özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3), 310-313.
- Balzarotti, R., Ambye-Jensen, M., Thomsen, S. T., Kádár, Z., Fonseca, C. (2018). Combined ensiling and hydrothermal processing as efficient pretreatment of sugarcane bagasse for 2G bioethanol production. *Biotechnology for Biofuels*, 11(1).
- Bhutto, A. W., Qureshi, K., Harijan, K., Abro, R., Abbas, T., Bazmi, A. A., Karim, S., Yu, G. (2017). Insight into progress in pre-treatment of lignocellulosic biomass. *Energy*, 122, 724-745.
- Borreani, G., Giaccone, D., Mimosi, A., Tabacco, E. (2007). Comparison of hay and haylage from permanent alpine meadows in winter dairy cow diets. *Journal of Dairy Science*, 90(12): 5643-5650.
- Boucque, C.V., Cottyn, B.G., Buysee, F.X., (1969), Intensive Beef Production On Dried Sugar Beet Pulp And Barley, In The 4th International Symposium of Zootechny, 15-17 Nisan 1969, Milano.
- Bölükbaş ,B., Kaya, İ., (2018). Çeltik samanının besin madde bileşimi ve yem değerini artırma yöntemleri. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 58(2): 99-107.
- Cai, Y.M. (2006), Development of lactic acid bacteria inoculant for whole crop rice silage in Japan, In International Symposium on Production and Utilization of Whole Crop Rice for Feed, (85-89), Busan.
- Cao, Y., Zang, Y., Lv, R., Takahashi, T., Yoshida, N., Yang, H. (2014). Effects of adding urea on fermentation quality of pruned persimmon branch silage and its digestibility, preference, nitrogen balance and rumen fermentation in beef cattle. *Animal Science Journal*, 85:219–226.

- Chen, D., Zhou, Y., Yang, D., Zhou, W., Chen, X., Zhang, Q. (2023). Exploring *Lactobacillus plantarum* on Fermentation Quality, Gas Emissions, and In Vitro Digestibility of Different Varieties of Litchi Leaves Silage. *Fermentation*, 9(7): 651.
- Chen, X., Ma, Y., Khan, M.Z., Xiao, J., Alugongo, G.M., Li, S., Cao, Z. (2022). A combination of lactic acid bacteria and molasses improves fermentation quality, chemical composition, physicochemical structure, in vitro degradability and rumen microbiota colonization of rice straw. *Frontiers in Veterinary Science*, 9: 900764. DOI: 10.3389/fvets.2022.900764.
- Cherney, J.H., Cherney, D.J.R. (2003). Assessing silage quality. *Silage science and technology*, 42: 141-198.
- Chenost, M., Kayouli, C. (1997). Roughage utilization in warm climates. FAO, Animal Health, p: 135, Rome.
- Coles, L.T., Moughan, P.J., Darragh, A.J. (2005). In vitro digestion and fermentation methods, including gas production techniques, as applied to nutritive evaluation of foods in the hindgut of humans and other simple-stomached animals. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 421-444.
- Cone, J. W., Baars, J. J. P., Sonnenberg, A. S. M., Hendriks, W. H. (2012). Fungal strain and incubation period affect chemical composition and nutrient availability of wheat straw for rumen fermentation. *Bioresource Technology*, 111, 336-342.
- Courtin, M.G., Spoelstra, S.F. (1989). Counteracting structure loss in pressed sugar beet pulp silage. *Animal Feed Science and Technology*, 24(1-2): 97-109.
- De Brabander, D. L., De Boever, J. L., De Smet, A. M., Vanacker, J. M., Boucqué, C. V. (1999). Evaluation of the physical structure of fodder beets, potatoes, pressed beet pulp, brewers grains, and corn cob silage. *Journal of dairy science*, 82(1): 110-121.
- Denek, N., Can, A., Avci, M. (2010). Frozen rumen fluid as microbial inoculum in the two-stage in vitro digestibility assay of ruminant feeds. *South African Journal of Animal Science*, 40(3): 251-256.
- Deniz, S., Demirel, M., Tuncer, Ş.D., Kaplan, O., Aksu, T. (2001). Değişik şekillerde üretilen şeker pancarı posası silajının süt ineği ve kuzu rasyonlarında kullanılma olanakları 1. Kaliteli şeker pancarı posası silajının elde edilmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(6): 1015-1020.
- De Visser, H., Hindle, V. A. (1990). Dried beet pulp, pressed beet pulp and maize silage as substitutes for concentrates in dairy cow rations. 1. Feeding value, feed intake, milk production and milk composition. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 38(1): 77-88.
- Ding, H., Han, Z., Li, J., Li, X., Dong, Z., Zhao, J., Wang, S., Shao, T. (2022). Effect of fibrolytic enzymes, cellulolytic fungi and lactic acid bacteria on fermentation characteristics, structural carbohydrate composition and in vitro digestibility of rice straw silage. *Fermentation*, 8(12): 709.
- Dong, Z., Li, J., Wang, S., Zhao, J., Dong, D., Shao, T. (2022). Gamma-ray irradiation and microbiota transplantation to separate the effects of chemical and microbial diurnal variations on the fermentation characteristics and bacterial community of Napier grass silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(10), 4322-4332.
- Edwards, R.A., McDonald, P., (1978). The chemistry of silage. In: McCullough, M.E. (Ed.), *Fermentation of silage-a review*. NFIA, 27-60.
- Eseceli, H., Ayasan, T., Koç, F., Esen, V.K., Esen, S. (2020). Nutrient and mineral contents, and in vitro digestibility of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) and mock privet (*Phillyrea latifolia* L.). *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 35(2): 100-106. DOI: <https://doi.org/10.47059/alinteri/V35I2/AJAS20080>.
- Esen, S., Cabi, E., Koç, F. (2022). Effect of freeze-dried kefir culture inoculation on nutritional quality, in vitro digestibility, mineral concentrations, and fatty acid composition of white clover silages. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-12.
- Fabiszewska, A.U., Zielińska, K.J., Wróbel, B. (2019). Trends in designing microbial silage quality by biotechnological methods using lactic acid bacteria inoculants: a minireview. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35: 1-8.

- Fang JiaChen, F.J., Matsuzaki, M., Suzuki, H., Cai YiMin, C.Y., Horiguchi, K., Takahashi, T. (2012). Effects of lactic acid bacteria and urea treatment on fermentation quality, digestibility and ruminal fermentation of roll bale rice straw silage in wethers. *Grassl. Sci.*, 58: 73–78.
- FAO, (2012). In: Makkar, H.P.S. (Ed.), Biofuel Co-Products as Livestock Feed-Opportunities and Challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy
- Ferraretto, L.F., Shaver, R.D., Luck, B.D. (2018). Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *Journal of dairy science*, 101(5): 3937-3951.
- Filya, İ. (2001). Silaj fermentasyonu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1): 87-93.
- Finner, M.F. (1966). Harvesting and handling low-moisture silage. *Transactions of the ASAE*, 9(3): 377-378.
- Flieg, O. (1938). A key for the evaluation of silage samples. *Futterbau und Giirfutterbereitung* 1: 112–128.
- Gao, L., Yang, H., Wang, X., Huang, Z., Ishii, M., Igarashi, Y., Cui, Z. (2008). Rice straw fermentation using lactic acid bacteria. *Bioresour. Techno.* 99(8): 2742–2747.
- Gemalmaz, E., Bilal, T. (2016). Alternative Roughage Sources Alternatif Kaba Yem Kaynakları. *Journal of Lalahan Livestock Research Institute*, 56(2).
- Greenhill, W.L. (1964). Plant juices in relation to silage fermentation III. Effect of water activity of juice. *Grass and Forage Science*, 19(3): 336-339.
- Gulfam, A., Guo, G., Tajebe, S., Chen, L., Liu, Q., Yuan, X., Bai, Y., Saho, T. (2017). Characteristics of lactic acid bacteria isolates and their effect on the fermentation quality of Napier grass silage at three high temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(6): 1931-1938.
- Guo, C., Wu, Y., Li, S., Cao, Z., Wang, Y., Mao, J., Shi, H., Shi, R., Sun, X., Zheng, Y., Kong, F., Hao, Y., Xu, X.. (2022). Effects of different forage types on rumen fermentation, microflora, and production performance in peak-lactation dairy cows. *Fermentation*, 8(10): 507.
- Guo, L., Yao, D., Li, D., Lin, Y., Bureenok, S., Ni, K., Yang, F. (2020). Effects of Lactic Acid Bacteria Isolated From Rumen Fluid and Feces of Dairy Cows on Fermentation Quality, Microbial Community, and in vitro Digestibility of Alfalfa Silage. *Front. Microbiol.*, 10: 2998. DOI: 10.3389/fmicb.2019.02998
- Harmanşah, F. (2018). Türkiye’de kaliteli kaba yem üretimi sorunlar ve öneriler. *Türktob Dergisi*, 25: 9-13.
- He, L., Chen, N., Lv, H., Wang, C., Zhou, W., Zhang, Q., Chen, X. (2020). Ensiling characteristics, physicochemical structure and enzymatic hydrolysis of steam-exploded hippophae: Effects of calcium oxide, cellulase and Tween. *Bioresource Technology*, 295: 122268.
- Hendriks, A. T. W. M., Zeeman, G. (2009). Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresource technology*, 100(1), 10-18.
- Hoedtkke, S., Zeyner, A. (2011). Comparative evaluation of laboratory-scale silages using standard glass jar silages or vacuum-packed model silages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(5): 841-849.
- Holden, L.A. (1999). Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *J. Dairy Sci.*, 82: 1791-1794.
- İnt. Kay. 1, TÜİK, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>, 01.07.2024
- İnt. Kay. 2, <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0422110>, 01.05.2024
- Jackson, M. G. (1977). Rice straw as livestock feed. *World Animal Review*, 23(25), 79-81.
- Johnson, H.E., Merry, R.J., Davies, D.R., Kell, D.B., Theodorou, M.K., Griffith, G.W. (2005). Vacuum packing: a model system for laboratory-scale silage fermentations. *Journal of applied Microbiology*, 98(1): 106-113.
- Jung, H.G., Buxton, D.R., Hatfield, R.D., Ralph, J. (1993) Forages cell wall structure and digestibility. American Society for Agronomics, Wisconsin, USA.
- Jung, H. G., Deetz, D. A. (1993). Cell wall lignification and degradability. *Forage cell wall structure and digestibility*, 315-346.
- Kara, N. K., Yüksel, O. (2014). Karabuğdayı Hayvan Yemi Olarak Kullanabilir miyiz?. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3), 295-300.
- Karaevli, M.E., Baytekin, H. (2018). Trakya’da Bazı Kışlık Tek Yıllık Tarla Bitkilerinin Silaj Üretiminde Kullanılma İmkânlarının Araştırılması. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6: 249-254.
- Kılıç, A. (1986). Silo Yemi. Bilgehan Basımevi. İzmir

- Kim, J.G., Ham, J.S., Li, Y.W., Park, H.S., Huh, C.S., Park, B.C. (2017). Development of a new lactic acid bacterial inoculant for fresh rice straw silage. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 30(7): 950.
- Klopfenstein, T.J., Krause, V.E., Jones, M.J., Woods, W. (1972). Chemical treatment of low quality roughages. *Journal of Animal Science*, 35(2): 418-422.
- Kung Jr, L. (2010). Aerobic stability of silage. In Proc. 2010 California Alfalfa and Forage Symposium and Crop/cereal Conference, 2010, California.
- Kung Jr, L. (2010). Understanding the biology of silage preservation to maximize quality and protect the environment. In Proceedings, 2010 California Alfalfa & forage symposium and corn/cereal silage conference, 2010, California.
- Kung Jr., L., Shaver, R. (2001). Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on forage*, 3(13): 1-5.
- Kuriqi, A., Kuriqi, I., Poci, E. (2016). Simulink programing for dynamic modelling of activated sludge process: aerator and settler tank case. *Fresen. Environ. Bull*, 25(8), 2891.
- Li, D. X., Ni, K. K., Zhang, Y. C., Lin, Y. L., Yang, F. Y. (2018). Influence of lactic acid bacteria, cellulase, cellulase-producing *Bacillus pumilus* and their combinations on alfalfa silage quality. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(12): 2768-2782.
- Li, F., Ding, Z., Ke, W., Xu, D., Zhang, P., Bai, J., Mudassar, S., Muhammad, I., Guo, X. (2019). Ferulic acid esterase-producing lactic acid bacteria and cellulase pretreatments of corn stalk silage at two different temperatures: ensiling characteristics, carbohydrates composition and enzymatic saccharification. *Bioresource Technology*, 282: 211-221.
- Li, F., Ke, W., Ding, Z., Bai, J., Zhang, Y., Xu, D., Li, Z., Guo, X. (2020). Pretreatment of Pennisetum sinense silages with ferulic acid esterase-producing lactic acid bacteria and cellulase at two dry matter contents: fermentation characteristics, carbohydrates composition and enzymatic saccharification. *Bioresource Technology*, 295: 122261.
- Li, P., Ji, S., Wang, Q., Qin, M., Hou, C., Shen, Y. (2017). Adding sweet potato vines improve the quality of rice straw silage. *Animal Science Journal*, 88(4): 625-632.
- Liu, H., Li, X., Hu, J., Zhao, J., Xu, G., Dong, D., Jia, Y., Shao, T. (2023). Fermentation Quality and Aerobic Stability Evaluation of Rice Straw Silage with Different Ensiling Densities. *Fermentation*, 10(1): 20.
- Ma, J., Fan, X., Wu, T., Zhou, J., Huang, H., Qiu, T., Xing, Z., Zhao, Z., Yin, F., Gan, S. (2023). Lactic Acid Bacteria and Cellulase Improve the Fermentation Characteristics, Aerobic Stability and Rumen Degradation of Mixed Silage Prepared with Amaranth and Rice Straw. *Fermentation*, 9(9): 853.
- Marlida, Y., Harnentis, H., Nur, Y.S., Ardani, L.R. (2023). New probiotics (*Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*) supplemented to fermented rice straw-based rations on digestibility and rumen characteristics in vitro. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 10(1): 96-102.
- Martens, S., Wildner, V., Schulze, J., Richardt, W., Greef, J.M., Zeyner, A., Steinhöfel, O. (2022). Chemical treatment of straw for ruminant feeding with NaOH or urea—investigative steps via practical application under current European Union conditions. *Agricultural and Food Science*, 31(4): 260-281.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. (1991). The biochemistry of silage, 2. Baski, Chalcombe Publ., Canterbury.
- Moss, A. R., Givens, D. I., Furniss, S. (1993). A comparison of farm-scale methods of application of sodium hydroxide on the nutritive value of a winter wheat straw. *Animal feed science and technology*, 41(3): 199-212.
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global food security*, 14: 1-8.

- Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C., Kung Jr, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of dairy science*, 101(5): 3980-4000.
- Müller, C. E. (2005). Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. *Grass and Forage Science*, 60(2): 109-118.
- Müller, C.E., Johansen, A. (2020). Rebalancing of silage and haylage and its effects on forage microbial and chemical composition—A pilot study. *Grass and Forage Science*, 75(2): 216-226.
- Ni, K., Wang, Y., Pang, H., Cai, Y. (2014). Effect of cellulase and lactic acid bacteria on fermentation quality and chemical composition of wheat straw silage. *American Journal of Plant Sciences*, 5: 1877-1884.
- Noble, R.C. (1981). Digestion, absorption and transport of lipids in ruminant animals. *Lipid metabolism in ruminant animals*, p:57-93, Pergamon press, Oxford.
- Nussio, L.G., Campos, F.D., Dias, F.N. (2001). Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. *Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas*, 1: 127-145.
- Oladosu, Y., Rafii, M.Y., Abdullah, N., Magaji, U., Hussin, G., Ramli, A., Miah, G. (2016). Fermentation quality and additives: a case of rice straw silage. *BioMed research international*, 1: 7985167.
- Özdemir, Ö., Kaya, A. (2020). Determination of feed values of some tree leaves by in vitro gas production technique. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 30(3): 454-461.
- Pahlow, G., Weissbach, F. (1996). Effect of numbers of epiphytic lactic acid bacteria (LAB) and of inoculation on the rate of pH-decline in direct cut and wilted grass silages. In Proceedings of the XIth International Silage Conference, p: 104-105, Eylül 1996, Aberystwyth.
- Pys, J., Migdal, W., Pucek, T., Živković, B., Fabjan, M., Kosovac, O., Radović, Č. (2002). Effect of lactic acid bacterial inoculant with enzyme and rolled barley additive on the chemical composition and protein degradation of alfalfa silage. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 18(3-4): 33-44.
- Ren, H., Shi, R., Yang, D., Tian, H., Wang, L., Ling, Z., Li, J., Li, L., Sun, Y., Zheng, Y. (2024). Innovative strategy to enhance bioconversion of sweet sorghum bagasse (SSB) by the combination of bio-fortified ensiling and dilute alkali pretreatment. *Industrial Crops and Products*, 211: 118208.
- Romero, J., Castillo, M., Burns, J. (2005). Forage Conservation Techniques: Silage and Haylage Production Introduction. *North Carolina Cooperative Extension Resources*, 1-8.
- Sarnklong, C., Cone, J.W., Pellikaan, W., Hendriks, W.H. (2010). Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(5): 680-692.
- Sarwono, K.A., Rohmatussolihat, R., Watman, M., Ratnakomala, S., Astuti, W.D., Fidriyanto, R., Ridwan, R. Widyastuti, Y. (2022). Characteristics of fresh rice straw silage quality prepared with addition of lactic acid bacteria and crude cellulase. *AIMS Agriculture and Food*, 7(3): 481-499.
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., Matthews, E. (2018). Creating a sustainable food future, A Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050; World Resources Institute, Washington.
- Schmidt, R. J., Hu, W., Mills, J. A., Kung Jr, L. (2009). The development of lactic acid bacteria and *Lactobacillus buchneri* and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of dairy science*, 92(10): 5005-5010.
- Sjostrom, E. (2013). *Wood chemistry: fundamentals and applications*. Elsevier, New York, USA.
- Stanačev, V., Vik, D. (2002). The feed sugar minimum as a precondition of good quality silage. *Acta Agriculturae Serbica*, 7(13): 41-48.
- Suzuki, T., Kamiya, Y., Tanaka, M., Hattori, I., Sakaigaichi, T., Terauchi, T., Nonaka, I., Terada, F. (2014). Effect of fiber content of roughage on energy cost of eating and rumination in Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 196: 42-49.
- Şehu, A., Yalçın, S., Önel, A.G. (1996). Bazı Buğdaygil Samanlarının İn Vivo Sindirilme Dereceleri ve Rumende Parçalanma Özellikleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 43: 469-477.

- Tao, Y., Sun, Q., Li, F., Xu, C., Cai, Y. (2020). Comparative analysis of ensiling characteristics and protein degradation of alfalfa silage prepared with corn or sweet sorghum in semiarid region of Inner Mongolia. *Animal Science Journal*, 91(1): 13321.
- Tassone, S., Fortina, R. Peiretti, P.G. (2020). In vitro techniques using the DaisyII incubator for the assessment of digestibility. *Anim.* 10(5): 775.
- Tian, J., Xu, N., Liu, B., Huan, H., Gu, H., Dong, C., Ding, C. (2020). Interaction effect of silo density and additives on the fermentation quality, microbial counts, chemical composition and in vitro degradability of rice straw silage. *Bioresource Technology*, 297: 122412.
- Tian, J., Yu, Y., Yu, Z., Shao, T., Na, R., Zhao, M. (2014). Effects of lactic acid bacteria inoculants and cellulase on fermentation quality and in vitro digestibility of *L. leucon* silage. *Grassland Science*, 60(4): 199-205.
- Tilley, J.M.A., Terry, D.R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and forage science*, 18(2): 104-111.
- Van Soest, P. J. (1965). Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*, 24(3), 834-843.
- Van Soest, P.J. (2006). Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Animal Feed Science and Technology*, 130(3-4): 137-171.
- Van Soest, P.J., Wine, R.H., Moore, L.A., (1966). Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In: Proceedings of the Xth International Grassland Congress, Helsinki. Finnish Grassland Association, Helsinki, p: 438-441.
- Vervaeren, H., Hostyn, K., Ghekiere, G., Willems, B. (2010). Biological ensilage additives as pretreatment for maize to increase the biogas production. *Renewable Energy*, 35(9), 2089-2093.
- Wang, J., Xu, Y., Tang, B., Zeng, M., Liang, Z., Jiang, C., Lin, J., Xiao, W., Liu, Z. (2021). Enhanced saccharification of sugarcane bagasse by the optimization of low concentration of NaOH and ammonia pretreatment. *Industrial Crops and Products*, 172: 114016.
- Wang, S., Dong, Z., Li, J., Chen, L., Shao, T. (2019). *Pediococcus acidilactici* strains as silage inoculants for improving the fermentation quality, nutritive value and in vitro ruminal digestibility in different forages. *Journal of applied microbiology*, 126(2): 424-434.
- Weinberg, Z.G., Khanal, P., Yildiz, C., Chen, Y., Arieli, A. (2010). Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculant on aerobic stability of wheat silages. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1-2): 29-35.
- Wen, L., Wu, D., Jiang, Y., Prasad, K. N., Lin, S., Jiang, G., He, J., Zhao, M., Luo, W., Yang, B. (2014). Identification of flavonoids in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) leaf and evaluation of anticancer activities. *Journal of functional foods*, 6: 555-563.
- Wu, Z., Ohajuruka, O.A., Palmquist, D.L. (1991). Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. *Journal of dairy science*, 74(9): 3025-3034.
- Xu, Y., Aung, M., Sun, Z., Zhou, Y., Xue, T., Cheng, X., Cheng, Y., Hao, L., Zhu, W., Degen, A. (2023). Ensiling of rice straw enhances the nutritive quality, improves average daily gain, reduces in vitro methane production and increases ruminal bacterial diversity in growing Hu lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 295, 115513.
- Yu, Q., Zhuang, X., Wang, W., Qi, W., Wang, Q., Tan, X., Kong, X., Yuan, Z. (2016). Hemicellulose and lignin removal to improve the enzymatic digestibility and ethanol production. *Biomass and Bioenergy*, 94, 105-109.
- Zayed, M.S. (2018). Enhancement the feeding value of rice straw as animal fodder through microbial inoculants and physical treatments. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7: 117-124.
- Zhang, Yuanqing, Wei Gao, Qingxiang Meng. "Fermentation of plant cell walls by ruminal bacteria, protozoa and fungi and their interaction with fibre particle size." *Archives of animal nutrition* 61.2 (2007): 114-125.
- Zhang, H., Zhang, J., Xie, J., Qin, Y. (2020). Effects of NaOH-catalyzed organosolv pretreatment and surfactant on the sugar production from sugarcane bagasse. *Bioresource Technology*, 312: 123601.

- Zhao, J., Dong, Z., Li, J., Chen, L., Bai, Y., Jia, Y., Shao, T. (2019). Effects of lactic acid bacteria and molasses on fermentation dynamics, structural and nonstructural carbohydrate composition and in vitro ruminal fermentation of rice straw silage. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(6): 783.
- Zhao, J., Wang, S., Dong, Z., Li, J., Jia, Y., Shao, T. (2021). Effect of storage time and the level of formic acid on fermentation characteristics, epiphytic microflora, carbohydrate components and in vitro digestibility of rice straw silage. *Animal bioscience*, 34(6), 1038.
- Zheng, M.L., Niu, D.Z., Jiang, D., Zuo, S.S., Xu, C.C. (2017). Dynamics of microbial community during ensiling direct-cut alfalfa with and without LAB inoculant and sugar. *Journal of Applied Microbiology*, 122(6): 1456-1470.
- Zhu, Y., Xiong, H., Wen, Z., Tian, H., Chen, Y., Wu, L., Guo, Y., Sun, B. (2022). Effects of different concentrations of *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus licheniformis* on silage quality, in vitro fermentation and microbial community of hybrid Pennisetum. *Animals*, 12(14), 1752.

