

**YÜKSEK NEM İÇEREN MISIR
DANESİNİN SİLAJ VE YEM
DEĞERİ ÖZELLİKLERİNİN
SAPTANMASI**

Tuna EREN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK NEM İÇEREN MISIR DANESİNİN SİLAJ VE YEM DEĞERİ
ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI**

Tuna EREN
501819001

Doç. Dr. Önder Canbolat
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BURSA-2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Tuna Eren tarafından hazırlanan “Yüksek Nem İçeren Mısır Danesinin Silaj ve Yem Değeri Özelliklerinin Saptanması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman:	Doç. Dr. Önder CANBOLAT Bursa Uludağ Üniversitesi	
Başkan	Prof. Dr. İsmail FİLYA 0000-0002-6080-1083 Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı	İmza
Üye	Doç. Dr. Önder CANBOLAT 0000-0001-7139-1334 Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı	İmza
Üye	Dr. Öğretim Üyesi. Ahmet UZATICI 0000-0001-7600-1390 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme, Süt ve Ürünleri Teknolojisi Biga/ÇANAKKALE	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

...../...../2022

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

**07/07/2022
Tuna EREN**

**TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI**

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Doç. Dr. Önder CANBOLAT
07/07/2022

Tuna EREN
07/07/2022

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile
okudum anladım yazmalı ve
imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile
okudum anladım yazmalı ve
imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YÜKSEK NEM İÇEREN MISIR DANESİNİN SİLAJ VE YEM DEĞERİ ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI

Tuna Eren

Bursa Uludağ Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Önder Canbolat

Bu tez yüksek nemli dane mısırın silolanma özelliğini geliştirmek için düzenlenmiştir. Bu amaçla yüksek nemli mısır üç farklı kuru madde de (%65,32, %70,77 ve %75,31) hasat edilmiş ve kabaca öğütülerek denemede kullanılmıştır. Deneme materyali yüksek nemli dane mısır (YNDM)'lara sırasıyla; (katkısız: kontrol), %2 üre, 10^6 cfu/g *Lactobacillus plantarum* (LP)+*Lactobacillus buchneri* (LB) ve 10^6 cfu/g *Lactobacillus buchneri* (LB) ilave edilmiş ve 60 gün süreyle silolanmışlardır. Bu süre sonunda silajların besin madde bileşimleri, silaj fermantasyon özellikleri, silaj mikrobiyolojisi, aerobik stabilitesi, *in vitro* gaz üretimi ve sindirilebilirlik özellikleri saptanmıştır.

Yüksek nemli mısır silajının farklı KM'de hasat edilmesi silajların besin madde bileşimi ve silaj kalitesini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$; $P<0,01$). Kuru madde düzeyinin artması ham protein (HP) içeriğini düşürmüş, nişasta ve hücre duvarı bileşenlerini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0,05$; $P<0,01$). Silajların laktik asit (LA), laktik asit bakterisi (LAB), maya ve küf sayısını ise düşürmüştür. Silajların KM düzeyinin artması aerobik stabiliteyi geliştirmiştir.

Yüksek nemli dane mısır silajına üre ilavesi silajların HP içeriğini artırmış, nişasta içeriğini ise düşürmüştür ($P<0,05$). Üre ilavesi ayrıca silajların LAB, maya, küf, laktik asit (LA), propiyonik asit (PA), etanol, *in vitro* gaz üretimi, OMS ve ME içeriğini düşürmüştür ($P<0,05$). Buna karşın üre silajların pH, amonyak azotu (NH_3N) ve asetik asit (AA) miktarını artırmış, aerobik stabiliteyi olumsuz etkilemiştir.

Yüksek nemli dane mısır silajına LP+LB ve LB ilavesi silajların besin madde bileşimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$; $P<0,01$). Silajlara LAB ilavesi pH, maya ve küf sayısını düşürmüş, LAB sayısı ile LA, PA ve etanol miktarını artırmışlardır. Laktik asit bakterisi ilavesi ayrıca karbondioksit (CO_2) miktarını artırarak aerobik stabiliteyi geliştirmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilere göre yüksek nemli dane mısır silajı yapımında en uygun KM dozunun %70 olmuştur. Besin madde bileşimi, silaj mikrobiyolojisi, fermantasyonu, besin maddeleri sindirimi, aerobik stabilite için en uygun katkı maddesi LAB inokulantı olduğu sonucuna varılmıştır. En etkili LAB inokulantı LP+LB kombinasyonu olmuştur. Bunu LB ve %2 üre izlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek nemli dane mısır silajı, üre, laktik asit bakterisi, silaj fermantasyonu, besin maddeleri bileşimi, sindirim

2022, vii + 73 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF SILAGE AND FEED VALUE CHARACTERISTICS OF HIGH MOISTURE CORN GRAIN

Tuna Eren

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Önder Canbolat

This thesis is designed to improve the ensiling property of high moisture corn grain. For this purpose, high humidity corn was harvested in three different dry matter (65,32%, 70,77% and 75,31%) and coarsely grounded and used in the experiment. Experimental material high moisture grain corn (HMGC), respectively; (no additive: control), 2% urea, 10^6 cfu/g *Lactobacillus plantarum* (LP)+*Lactobacillus buchneri* (LB) and 10^6 cfu/g *Lactobacillus buchneri* (LB) were added and ensiled for 60 days. At the end of this period, the nutrient composition, silage fermentation properties, silage microbiology, aerobic stability, in vitro gas production and digestibility properties of the silages were determined.

Harvesting high moisture corn silage at different DM significantly affected the nutrient composition and silage quality of the silages ($P<0.05$; $P<0.01$). Increasing the dry matter level decreased the crude protein (CP) content and increased the starch and cell wall components significantly ($P<0.05$; $P<0.01$). The silages reduced the number of lactic acid (LA), lactic acid bacteria (LAB), yeast and mold. Increasing the DM level of silages improved aerobic stability.

Addition of urea to high moisture grain corn silage increased the HP content of the silages and decreased the starch content ($P<0.05$). The addition of urea also decreased the LAB, yeast, mold, lactic acid (LA), propionic acid (PA), ethanol, *in vitro* gas production, OMD and ME content of the silages. On the other hand, urea increased the pH, ammonia nitrogen (NH_3N) and acetic acid (AA) content of silages, negatively affecting aerobic stability.

Addition of LP+LB and LB to high moisture corn silage had a significant effect on the nutrient composition of silages ($P<0.05$; $P<0.01$). Addition of LAB to silages decreased pH, yeast and mold counts in silages, and increased LAB count, LA, PA and ethanol content. The addition of LAB also improved aerobic stability by increasing the amount of carbon dioxide (CO_2).

According to the data obtained from the research, 70% of the optimum DM dose was found in the structure of high moisture grain corn silage. It was concluded that LAB inoculant is the most suitable additive for nutrient composition, silage microbiology, fermentation, nutrient digestion, aerobic stability. The most effective LAB inoculant was the LP+LB combination. This was followed by LB and 2% urea.

Key Words: High moisture grain corn silage, urea, lactic acid bacteria, silage fermentation, nutrient composition, digestion

2022, vii + 73 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince ve tez çalışmam sırasındaki yardımlarından dolayı sayın hocam Doç. Dr. Önder CANBOLAT başta olmak üzere her türlü katkılarından dolayı Prof. Dr. İbrahim AK, Prof. Dr. İsmail FİLYA, Doç. Dr. Ekin SUCU ve Doç. Dr. Serdar DURU'ya, tezin yürütülmesi sırasında laboratuvar olanakları ve bu konuda maddi katkı sağlayan B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'ne, tez yazımı sırasında kullandığım çalışmaları yürüten yazarlar ve onları yetiştiren düşünürlere tezin yazımı ve yürütülmesinde bana destek olan aileme ve eşim Özlem EREN'e teşekkür ederim.

Tuna EREN
07/07/2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
RESİMLER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Silaj ve Silaj Fermantasyon Özellikleri.....	4
2.2. Silaj Yapımının Prensipleri.....	10
2.3. Yüksek Nemli Dane Mısırın Hayvan Beslemedeki Yeri ve Önemi.....	12
2.4. Silaj Fermantasyonu Üzerine Kuru Maddenin Etkisi.....	14
2.5. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silaj Fermantasyon Üzerine Etkileri.....	15
2.6. Üre Kullanımının Silaj Fermantasyonuna Etkileri.....	17
3. METARYAL ve YÖNTEM.....	27
3.1. Materyal.....	27
3.1.1. Yem, Hayvan ve Silo Materyali.....	27
3.1.2. Laktik Asit Bakteri ve Üre Materyali.....	27
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Silajlarının Hazırlanması.....	28
3.2.2. İn Vitro Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması.....	28
3.2.3. Daisy İnkübatör Tekniğinin Uygulanması.....	29
3.2.4. Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler.....	30
3.3. İstatistiksel Analizler.....	35
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Yüksek Nemli Dane Mısır ve Ürenin Besin Maddeleri Bileşimi, Besin Maddeleri Sindirimi, Metabolik Enerji ve Mikrobiyolojik Özellikleri.....	36
4.2. Farklı Kuru Madde ve Katkı Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nın Besin Maddeleri Bileşimleri.....	40
4.3. Farklı Kuru Madde ve Katkı Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nın Mikrobiyolojik ve Fermantasyon Özellikleri.....	44
4.4. Farklı Kuru Madde ve Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nın Aerobik Stabilite Özellikleri.....	52
4.5. Farklı Kuru Madde ve Katkı Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nın İn Vitro Gaz Üretim, Besin maddeleri Sindirimi ve Metabolik Enerjisi.....	55
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	60
KAYNAKLAR.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	73

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
cfu	Koloniform ünite
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
MJ	Mega joule
mL	Mililitre
mmol	Milimol

Kısaltmalar	Açıklama
AA	Asetik Asit
ADF	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin
BA	Bütrik Asit
CO ₂	Karbondioksit, Carbondioxide
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
GKMS	Gerçek kuru madde sindirimi
İVGKMS	<i>In vitro</i> gerçek kuru madde sindirimi
KM	Kuru Madde
KMS	Kuru Madde Sindirilebilirliği
LAB	Laktik Asit Bakterisi, Lactic Acid Bacteria
ME	Metabolik Enerji
NDF	Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif
NDFS	Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif Sindirilebilirliği
NH ₃ N	Amonyak Azotu
OM	Organik Madde
PA	Propiyonik Asit
SÇK	Suda Çözünebilir Karbonhidratlar
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TUYA	Toplam Uçucu Yağ Asitleri
UYA	Uçucu Yağ Asitleri
YNDM	Yüksek Nemli Dane Mısır
YNDMS	Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. İki farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın besin madde ve mikroorganizma yükleri.....	13
Çizelge 2.2. Silolamadan önce bitkilerdeki bulunan bakteri, maya, mantar ve küf miktarları, cfu/g.....	15
Çizelge 4.1. Farklı kuru madde hasat edilen yüksek nemli dane mısır (YNDM) ve ürenin besin madde bileşimi, %.....	36
Çizelge 4.2. Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın in vitro gerçek kuru madde sindirimi, organik madde sindirimi ve metabolik enerji düzeyi.....	38
Çizelge 4.3. Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın in vitro gerçek kuru madde sindirimi, organik madde sindirimi ve metabolik enerji düzeyi	39
Çizelge 4.4. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın besin maddeleri bileşimleri, %.....	40
Çizelge 4.5. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın hücre duvarı bileşenleri, %.....	41
Çizelge 4.6. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin mikrobiyolojik özellikleri, log10 cfu g ⁻¹ TM.....	45
Çizelge 4.7. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin silaj fermantasyon özellikleri.....	46
Çizelge 4.8. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin aerobik stabilite özellikleri.....	53
Çizelge 4.9. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin in vitro gaz üretimi, mL/200 mg KM...	56
Çizelge 4.10. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin Besin maddeleri Sindirimi ve Metabolik Enerjisi.....	57

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 3.1. Farklı dönemlerde hasat edilen mısır.....	27
Resim 3.2. Yüksek nemli dane mısır silajı.....	28
Resim 3.3. <i>In vitro</i> gaz üretim uygulaması.....	29
Resim 3.4. Gaz kromatografisi cihazı.....	32
Resim 3.5. Aerobik stabilite testi.....	33
Resim 3.6. Laktik asit, maya ve küf görünümü.....	34

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Yüksek nemli dane mısır silajı için mısırın olgunluk dönemi (Kung vd. 2007).....	13

1. GİRİŞ

Amerikan yerlileri tarafından kültüre alınmış ve geliştirilmiş bir bitki olan mısır (*Zea mays L.*) dünyanın en önemli gıda ve yem bitkilerinden birisidir (Ensminger vd. 1990; Cheeke, 1991). Dünya mısır üretimi yaklaşık 1.1 milyar ton, bunun 675 milyon tonu hayvan beslemede kullanıldığı bildirilmektedir (Anonim 2022). Dünyada mısır üretiminde Amerika Birleşik Devletleri başta gelmekte olup bunu sırasıyla; Çin, Brezilya, Arjantin ve Avrupa Birliği izlemektedir (Anonim 2022).

Türkiye’de mısır üretimi son yıllarda hızla artmış ve 2021 yılında 6,38 milyon dekar arazi ekilmiş ve bu alanlardan yaklaşık 6,7 milyon ton dane mısır üretilmiştir (TÜİK 2021). Mısır yüksek verimli bir tahıl olup, dekara verimi yaklaşık 939 kg’a ulaşabilmektedir. Türkiye ayrıca mısır üretimine uygun bir ülke olup, başta Konya ve Adana olmak üzere, son dönemde Marmara, Doğu Akdeniz ile Güneydoğu Anadolu, İç ve Orta Anadolu ile Ege bölgesinde ekim alanları önemli düzeyde artmıştır (Anonim 2022).

Mısır danesi yüksek enerji (nişasta) ve yağ içeriği ile düşük sellüloz içeriği nedeniyle başta insan olmak üzere, hayvan beslemede yoğun olarak kullanılmaktadır (Ensminger vd. 1990; Karabulut ve Filya 2020). Mısır danesi yüksek enerji içeriğine rağmen, düşük ham protein ve yetersiz amino asit profili (lizin, triptofan ve metiyonin) nedeni ile düşük nitelikli yemler sınıfına girmektedir (Cheeke, 1991). Düşük ham sellüloz içeriği danenin sindirimini olumlu yönde etkilediği için mısır sindirilme derecesi en yüksek tahılların başında gelmektedir (Eren vd. 2021). Mısırın kalsiyum (Ca), fosfor (P), demir (Fe) ve bakır (Cu) içeriği diğer tahıllara göre yetersiz olup, sarı mısırın karotin ve vitamin E içeriği yüksek, vitamin D içeriği ise yok denecek düzeydedir. Diğer yandan suda eriyen vitaminlerden riboflavin, nikotinik asit ve pantotenik asit içeriği ise diğer tahıllardan oldukça düşüktür (Ensminger vd. 1990; Cheeke, 1991; Karabulut ve Filya, 2020).

Mısır hasat zamanının yapısı gereği oldukça uzamaktadır. Bu durum mısır danesini yeterince kocan üzerinde kurumadan hasat edilmesine neden olmaktadır.

Nem içeriği yüksek hasat edilen mısır danesinin, deplanma öncesi nem içeriğini düşürmek için kurutulmasını gündeme getirmektedir. Nem içeriği yüksek depolanması durumunda ise çeşitli mikroorganizmaların mısır danesi üzerinde üreyerek *alflotoksin* ve *mikotoksin* gibi çeşitli toksinlerin üretimine yol açtığı hayvan ve insan sağlığını olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Çankırı ve Uyarlar 2013; Karabulut ve Filya, 2020) söylenebilir. Örneğin bunlardan *Fusarium tricinitum* küfü tarafından çok düşük ortam sıcaklığında bile salgılanan ve oldukça zehirli olan T-2 toksin her g yemde 4 mg düzeyinde bulunduğunda hayvanlar üzerinde öldürücü olabilmektedir (Çankırı ve Uyarlar 2013; Karabulut ve Filya, 2020).

Bu olumsuz durumları ortadan kaldırmak için son yıllarda dane mısır silaj yapımı, yani yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) dünya da hızla yayılım göstermektedir (Ferraretto vd. 2013; Kung vd. 2014; Agma Okur vd. 2022). Türkiye’de de son yıllarda bazı işletmelerin yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) yaptıkları görölmektedir.

Mısır danesinin silolanması kurutma sırasında ortaya çıkan maliyetin önüne geçme, tarladan ürünün erken kaldırılmasını sağlama, yem kayıplarının önleme, birim alanda daha fazla ürün depolama, ürünün daha lezzetli olmasını sağlama ve mekanizasyona olanak sağlama gibi önemli avantajlara sahip olduğu söylenebilir (Junges vd. 2017; Naiara vd. 2019). Yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) ile yapılan çalışmalarda mısırın daha iyi korunduğu ve nişasta sindirilebilirliğinin iyileştirdiğide bildirilmektedir (Ferraretto vd. 2013; Kung vd. 2014). Hayvan beslemede bu denli avantajlı olan yüksek nemli dane mısırın yem değerin artırılması ve silolanabilirlik özelliklerinin geliştirilmesi için tüm dünyada çalışmalar sürmektedir (Ferraretto vd. 2013; Kung vd. 2014; Agma Okur vd. 2022). Türkiye’de ise bu alanda yapılmış çalışmaya rastlanmamış olup (Agma Okur vd. 2022), bu konuda yeni çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Bu tezin amacı yüksek nem içeriğine sahip mısır danesinin silolanabilirliğini araştırmak ve silolanma özelliğini geliştirmek için düzenlenmiştir. Bu amaçla

yüksek nemli dane mısır (YNDM) üç farklı kuru madde de (%65,32, %70,77 ve %75,31) biçilmiş ve silolanma özelliğini artırmak için iki farklı laktik asit bakterisi (*Lactobacillus buchneri* ve *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum*) karışım ve azot kaynağı olarak %2,0 üre ilave edilerek silolanmıştır. Yapılan uygulamaların yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'na etki düzeyleri ham besin maddeleri analizi, mikrobiyolojik, silaj fermantasyonu ve sindirilme özellikleri ortaya konulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Silaj ve Silaj Fermantasyon Özellikleri

Silaj, su içeriği yüksek yemlerin havasız (anaerobik) ve asidik bir ortamda, doğal fermantasyonları sonucunda üretilen kaba ve yoğun yem kaynağına silaj, yapılan bu işleme silolama, silolama işleminin yapıldığı yere ise silo adı verilir (Filya 2001). Silolanan ürün genel anlamda siloda anaerobik ortamda (oksijensiz koşullarda), düşük pH ve laktik asit bakterileri (LAB) fermantasyonu teminiyle muhafaza edilir (McDonald vd.1991; Filya, 2001). Silodaki anaerobik koşulları silajın hava almayacak şekilde kapatılması yanı sıra, silaj ortamında üreyen laktik asit bakterileri (LAB) ve ortamdaki LAB ile rekabet edecek maya ve mantarların gelişiminin sınırlandırılmasından geçmektedir. Ayrıca buna bağlı olarak silaj pH'sındaki hızlı düşüşün silo materyalindeki proteazlarını inaktive ederek proteinlerin yıkımını ve anaerobik mikroorganizmaların gelişimini engellemesi ile sağlanır (McDonald vd.1991; Muck 1996; Filya, 2001). Siloda anaerobik koşullar, silolanan materyalin uygun kuru madde (KM) düzeyinde silolanması, uygun parçalama, siloya kısa sürede doldurulması, yeterince sıkıştırılması ve hava almayacak şekilde kapatılması ile sağlanabileceği bildirilmektedir (McDonald vd.1991; Muck 1996; Filya, 2001).

Silo ortamında anaerobik koşulların sağlanması ile üründe doğal olarak bulunan LAB'leri silo materyalinde bulunan karbonhidratları ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK)'ları çoğunlukla laktik asit (LA) ve propiyonik asit (PA) olmak üzere çeşitli organik asitlere fermante ederler. Laktik asit bakterilerinin fermantasyon ürünü olan bu asitler ortamın H⁺ iyonu yoğunluğunu artırarak silo ortamında istenilmeyen mikroorganizmaların gelişimini inhibe edecek bir düzeye çıkarır. Sonuçta LA üretiminin devamı ve buna bağlı olarak da pH'nın düşmesi, ortamdaki istenmeyen bütün bakterilerin gelişimini engeller (McDonald vd.1991; McDonald vd. 2002; Yılmaz 2019).

Silaj üretiminde fermantasyon olaylarının kontrol altına alınabilmesinde silaj katkı maddeleri önemli rol oynamaktadır. Silaj yapımında katkı maddeleri kullanımının temel amacı; silolanan materyalde LAB'nin hızla gelişip çoğalmalarını sağlayarak iyi fermante olmuş, aerobik stabilitesi yüksek ve hijyenik riskleri en az olan bir silaj elde etmektir (McDonald vd. 1991; Rider, 1997). Bu amaçla fermantasyonu uyaran, fermantasyonu ve aerobik bozulmayı engelleyen çeşitli biyolojik ve kimyasal katkı maddeleri geliştirilmiş ve bu katkıların sayısı 80'in üzerine çıkmıştır (Rider, 1997). Ancak silolanan her bitkide katkı maddesi kullanımına gerek yoktur. Katkı maddesi kullanımına silolanan bitkinin yapısı, özellikleri ve silolama amacı göz önünde bulundurularak karar verilmeli ve şayet kullanmak gerekiyorsa o zaman ürüne ve amaca en uygun katkı maddesi seçilerek doğru ve zamanında kullanılmalıdır. Silaj katkı maddelerinin sağlayacağı yarar olgunlaşma ve hasat dönemi, parçalama boyutları, sıkıştırma yoğunluğu, silonun doldurulma şekli ve kapatılma süresi, fermantasyon sırasında ve sonrasında silonun hava alıp almaması ile silodan günlük olarak alınan silaj miktarı oldukça etkilidir (Weinberg ve Muck, 1996; Rider, 1997; Staudacher vd. 1999; Lynch vd. 2015; Karabulut ve Filya, 2020).

Silo ortamına ilave edilen katkı maddeleri kaynağına göre sınıflandırıldığında fermantasyon uyarıcı (bakteri kültürleri: inokulantları; karbonhidrat kaynakları: glikoz, melas, tahıllar, peynir altı suyu ve tozu vb.), fermantasyon engelleyicileri (metalik ve organik asitler), aerobik bozulmayı engelleyiciler (laktik asit, propiyonik asit, sorbik asit amonyak vb.), besin maddeleri (üre, amonyak vb.) ve absorbanlar (saman, şeker pancarı posası, bentonit vb.) olarak sınıflandırılır (McDonald vd.1991; Filya, 2001) .

Silaj katkı maddeleri silolanan kitlede arzu edilemeyen mikroorganizma aktivitesini baskı altına almak için kullanılmaktadır. Silaj ortamında istenen laktik asit üretimini destekleyen laktik asit bakterisi (LAB) sayısı ve gelişimini arttıran katkıları en fazla tercih edilenidir. Bu bakterilerden en fazla tercih edilen *homofermantatif* laktik asit bakterisi diğer grup ise *heterofermantatif* laktik asit bakterileri kültürleridir. *Homofermantatif* laktik asit bakterisi içerisinde en fazla

Lactobacillus plantarum ile *heterofermantatif* laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus buchneri* yaygın olarak kullanılmaktadır (McDonald vd. 1991; Filya, 2001; Taylor ve Kung 2002; Muck, 1996; Da Silva vd. 2018; Da Silva vd. 2019). Besin maddeleri içerisinde silo katkı maddesi olarak en fazla üre yemlerin silolanmasında kullanılmaktadır (Soderholm vd. 1988; McDonald vd.1991; Filya, 2001; Canbolat vd. 2014; Junior vd. 2017) .

Bitki bünyesinde bulunan proteinler, silo içerisinde asidik bir ortam yaratılmasını zorlaştıran bileşiklerdir. Dolayısıyla proteinler silaj fermantasyonu açısından sorun yaratırlar. Silajlardaki proteinler ve protein yapısında olmayan üre gibi kaynaklar hücre duvarının tahrip olup, bitki enzimlerinin (özellikle proteazlar) serbest hale geçmesinden sonra parçalanırlar. Düşük pH, düşük sıcaklıklar ve yüksek kuru madde (KM) düzeyi, silolan bitki bünyesindeki enzim aktivitesini engelleyerek proteolisi en aza indirdikleri bildirilmektedir (Woolford 1984; McDonald vd. 1991; Soderholm vd. 1988; McDonald vd. 1991; Filya, 2001; Canbolat vd. 2014; Junior vd. 2017). Mısır yüksek kuru madde (KM) ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) kapsamı ve aynı zamanda düşük tampon kapasitesi (TK) nedeniyle kolay silolanabilir bir yem materyaldir (McDonald vd. 1991; Filya, 2001). Mısır danesinin de benzer özelliğe sahip olduğu söylenebilir. Mısır gibi yüksek SÇK içeriğine sahip ürünlerde *Candida lambica* ve *Candida krusei* gibi maya türlerini fermantasyon sırasında geliştirdikleri ve düşük düzeyde de olsa laktik asit (LA) ve karbonhidratları kullandıkları bildirilmiştir (Basso vd. 2012; Kızılsimşek vd. 2016; Agma Okur vd. 2022). Mayalar iyi fermante olmuş silajlarda 10 cfu/g'dan, bozulmuş silajlarda 10¹² cfu/g'a kadar değişen düzeylerde bulunabildikleri bildirilmektedir (Middlehoven ve Van Baalen, 1988). Ayrıca Daniel vd. (1970) silo ortamında maya popülasyonunun 10⁶ cfu/g olduğunda silajların, aerobik bozulmaya açık hale geleceğini bildirmişlerdir.

Aerobik stabilite, silaj açıldıktan sonra silajın ne kadar süre ile bozulmadan kalacağını gösteren çok önemli bir kalite kriteridir (Filya, 2001; Karabulut ve Filya, 2020). Diğer bir deyişle aerobik stabilite, açılan bir silajın silo ömrünü ifade eder. Temel amaç açılan bir silajın bitene kadar bozulmadan kullanılabilmesidir.

Bu nedenle aerobik stabilite, üzerinde önemle durulması gereken bir olgudur. Silajlar açıldıkları andan itibaren yoğun bir oksijen (O₂) girişine maruz kalırlar. Bu dönemde silajlardaki aerobik bozulmada baş rolü oynayan maya ve küf ile birlikte *Clostridia*, *Enterobacteria*, *Bacillus* ve *Listeria* gibi mikroorganizmalar kalıntı şekerleri ve başta laktik asit (LA) olmak üzere fermantasyon ürünlerini tüketerek belirli düzeylerde KM ve besin maddeleri kaybına yol açarlar (Giffel 1997; Filya, 2001). Söz konusu kayıplar iyi fermante olmuş silajlarda oldukça düşük düzeylerde gerçekleşirken, kötü fermante olmuş silajlarda %30'un üzerine çıkabilir. Bu dönemde görülen kayıplar üzerinde silajın içerdiği aerobik mikroorganizma sayısı, hasattan silolamaya kadar geçen dönemde bitkinin hava ile temas ettiği sürenin uzunluğu, fermantasyon özellikleri, çevre sıcaklığı, silonun doldurulma ve kapatılma süresi, sıkıştırma yoğunluğu ve yüzey kayıpları gibi faktörler oldukça etkilidir (Filya, 2001; Karabulut ve Filya, 2020).

Silajların aerobik stabiliteyi geliştirmek üzere kullanılabilecek en uygun katkı maddeleri *heterofermantatif* özellikteki LAB, propiyonik asit bakterileri (PAB) ve organik asitlerdir. Başta *Lactobacillus buchneri* olmak üzere *heterofermantatif* LAB fermantasyon sonucunda laktik asidin yanı sıra asetik asit de ürettikleri için silajlardaki maya ve küf gelişimini önleyerek silajların aerobik stabiliteyi geliştirdikleri bildirilmektedir (Driehuis vd. 1999; Weinberg vd. 2002; Filya vd. 2003). Ancak bu tür inokulantlar silolanan ürünün daha iyi fermante olmasını sağlarlarken, silajların aerobik stabiliteyi ya etkilemezler ya da çoğu zaman düşürürler (Filya, 2002; Muck, 2004). *Homofermantatif* LAB fermantasyon sırasında yoğun bir şekilde laktik asit, sınırlı düzeyde asetik asit üretirler. Bu fermantasyon açısından istenen bir durumken aerobik stabilite açısından istenmeyen bir durumdur. Çünkü fermantasyon döneminde üretilen laktik asit, silajların açılmasından sonraki aerobik dönemde mayalar tarafından tüketilerek mayaların gelişip çoğalmasına ve bunun sonucunda silajların bozulmasına neden olabilmektedir. Bu tip silajlarda sınırlı düzeyde üretilen asetik asit maya ve küf gelişimini önlemeye yetmez. Bu nedenle son yıllarda araştırmacılar *homofermantatif* ve *heterofermantatif* özellikteki LAB'nin birlikte kullanılmasını önermişlerdir (Driehuis vd. 2001; Weinberg vd. 2002; Filya, 2003). Bu tür inokulantlarda yer

alan *homofermantatif* LAB *fermantasyonu* geliştirirlerken, *heterofermantatif* LAB ise silajların aerobik stabilitelerini geliştirdiği bildirilmiştir (Danner vd. 2003, Filya ve Sucu 2003; Kung vd. 2004; Biro vd. 2006; Kung vd. 2017; Kung vd. 2018).

Enterobacteria, *Clostridia*, *Listeria*, maya ve küf ile bunların metabolik aktiviteleri silajların hijyenik yapılarını daima olumsuz etkilerler. *Enterobacteria* ve *Listeria* asitliğe karşı çok hassastırlar. Dolayısıyla bu bakterilerin gelişimi fermentasyonun başlarında silo içerisinde düşük pH'lı asidik bir ortam sağlanarak durdurulabilir. Silolanan bitkinin KM içeriği de bu bakterilerin gelişimi üzerinde etkilidir. Söz konusu bakteriler KM içeriği düşük dolayısıyla su içeriği yüksek bitkilerde hızla gelişip çoğalırlar (McDonald vd. 199; Filya, 2001; Junior vd. 2017). Diğer yandan silo içerisine kesinlikle hava girmemelidir. Aksi halde böyle bir ortamda özellikle mayalar tehlikeli mikotoksinler üretirler. Bu nedenle kaliteli ve hijyenik açıdan temiz bir silaj elde edebilmek için silo içerisinde bir an önce havasız ve asidik bir ortamın oluşturularak istenmeyen mikrobiyal aktivitenin önlenmesi gerekir (Woolford 1984; Soderholm vd. 1988; McDonald vd. 199; Filya, 2001; Driehuis vd. 2001; Weinberg vd. 2002; Filya, 2003; Canbolat vd. 2014; Junior vd. 2017).

Clostridia sporları asitliğe karşı oldukça toleranslıdırlar. Bu nedenle silo içerisindeki asidik ortamda kolayca gelişip çoğalabilirler. Özellikle su içeriği yüksek olan bitkilerde silo içerisinde sıcaklığın da artmasıyla birlikte *Clostridia* gelişimi büyük bir sorun yaratır. *Clostridia* sporları bütrik asit ürettikleri için silajların bütrik asit yoğunlukları artar (Woolford 1984; McDonald vd. 1991; Filya, 2001). Ancak bazen hiç bütrik asit içermeyen silajlarda dahi *Clostridia* görülebilir. Hava almayan silajlarda bile sık sık küf kolonilerine rastlanabilir. Bu tür silajlardaki küflenmeye *Penicillium roqueforti* neden olur. Bu fungus çoğalabilmek için çok az miktarda bir oksijene (O₂) gereksinim duyar. Ayrıca asetik asidin antibakteriyal etkisine karşı da diğer küflerden daha dayanıklıdır. Söz konusu fungus gerek hava alan gerekse yemlemede kullanılmak üzere açılan silajlarda büyük bir sorun yaratır. *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Mucor* gibi bazı

funguslar fermentasyon sırasında silo içerisindeki havasız ortamda inaktif durumdayken silo içerisine herhangi bir şekilde hava girmesi halinde aktif hale geçerler (Woolford 1984; McDonald vd. 1991; Scudamore ve Livesey 1998; Rooke ve Hatfield 2003).

Mısır (*Zea mays* L.) dünyada hem insan hemde hayvan beslenmesinde kullanılan en önemli tahıllardan birisi olup, buğday ve çeltikten sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise daha çok hayvan yemi olarak değerlendirildiği bildirilmektedir (Kırtok, 1998; Keskin vd. 2018). Tahıllar içerisinde protein bakımından fakir olmasına rağmen, yüksek nişasta, yağ ve karoten içeriğine sahip olup, danenin %82,5'ini endosperm oluşturduğu bildirilmektedir (Ensminger vd. 1990; Cheeke, 1991).

Mısırın hayvan besleme kullanımını sırasında hasat zamanının geç olması yeterli düzeyde kurutulmadan hasat edilmesine neden olmaktadır. Bu durum ise mısırın kurutulmasını gündeme getirmektedir. Nem içeriği yüksek depolanması durumunda ise çeşitli mikroorganizmaların mısır danesi üzerinde üreyerek alflotoksin ve mikotoksin gibi çeşitli toksinlerin üretimine yol açtığı ve hayvan ve insan sağlığını olumsuz etkilediği söylenebilir (Ogunade vd. 2018).

Bu olumsuz durumları ortadan kaldırmak için son yıllarda yüksek nemli dane mısır silaj (YNDMS) yapımı dünya da hızla yayılım göstermektedir (Taylor ve Kung, 2002; Hoffman vd. 2011; Basso vd. 2012; Junges vd. 2017; Kung vd. 2014; Junior vd. 2017; Kung vd. 2018; Da Silva vd. 2018). Türkiye'de de son yıllarda bazı işletmelerin yüksek nemli mısır danesini silaj yaptıkları görülmektedir (Agma Okur vd. 2022).

Mısır danesinin silonmasının avantajları; Kurutma sırasında ortaya çıkan maliyetin önüne geçmek, tarladan ürünün erken kaldırılmasını sağlamak, yem kayıplarının önlemek, birim alanda daha fazla ürün depolama, ürünün daha lezzetli olması ve mekanizasyona olanak sağlaması acısın önemli avantajlara sahip olduğu söylenebilir (Junges vd. 2017; Naiara vd. 2019). Hayvan beslemede

bu denli avantajlı olan yüksek nemli mısırın yem değerinin artırılması ve silolanabilirlik özelliklerinin geliştirilmesi için tüm dünyada çalışmalar sürmektedir (Hoffman vd. 2011; Junges vd. 2017; Calixto vd. 2017; Kung vd. 2018; Da Silva vd. 2018). Türkiye’de ise bu alanda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2.2. Silaj Yapımının Prensipleri

Bitkisel materyalden kaliteli bir silaj eldesi için silo içerisinde meydana gelen olayların iyi bilinmesine bağlıdır. Bu olayların genelde aerobik, fermantasyon, stabil, ve yemleme dönemi olmak üzere 4 farklı dönemden oluştuğu bildirilmektedir (Woolford. 1984; Weinberg ve Muck, 1996; Merry vd. 1997; Pahlow vd. 2003; Rooke ve Hatfield 2003),

Aerobik dönem; silo içerisinde kalan oksijenin (O_2) maya ve *Enterobacteriaceae* gibi aerobik ve fakültatif aerobik mikroorganizmalar tarafından kullanılır ve bu dönem birkaç saatte tamamlanır. Bu dönemde bitki materyalinin yapmış olduğu solunum ve bitki enzimlerinin etkisi ile siloda ısı artar ve anaerobik ortama yardımcı olur. Bu aşamada silajın pH’sı (6.0-6.5) taze materyalle aynı olup, fazla bir değişikliğin olmadığı bildirilmektedir (Woolford 1984; McDonald vd. 1991; Filya, 2001; Pahlow vd. 2003; Rooke ve Hatfield 2003).

Fermantasyon dönemi; bu dönem silo ortamı anaerobik (oksijensiz) olduğunda başlar. Siloma süreci, silolama koşulları ve silo materyaline bağlı olarak birkaç gün ile birkaç haftada tamamlandığı bildirilmektedir (McDonald vd. 1991; Filya, 2001; Rooke ve Hatfield 2003). Silolama koşulları ne kadar iyi ve silaj materyali ne kadar kaliteli ise bu süre kısalmır. Bu süreçte fermantasyon başarılı olması durumunda laktik asit bakterileri (LAB) gelişimi artarak, silo ortamına hakim hale gelir. Laktik asit bakterileri siloda laktik asit (LA) miktarının artışına neden olarak diğer asitlerle birlikte (asetik, propiyonik, bütirik asit vb.) silaj pH’sını silo materyaline bağlı olarak 3.8-5.0 kadar düşürdüğü bildirilmektedir (Woolford, 1999; Pahlow vd. 2003; Rooke ve Hatfield 2003; Stefanie vd. 2011).

Stabil dönem; laktik asit bakterilerinin aktif gelişimini izleyen devrede sonra, silajın stabil kaldığı dönemdir. Silo iyi kapatılmışsa ve pH düşüyse, bu dönemde sınırlı biyolojik aktivite olduğu, ancak bir kısım şekerlerin çok düşük parçalanmaya uğradığı dönemdir. Bu durumda laktik asit bakterileri (LAB) sınırlı düzeyde kalan şekerleri fermante ederek çok az oranda pH düşüşüne neden olduğuda vurgulanmaktadır (Ashbell 1994; Woolford, 1999).

Yemleme dönemi; Silajın hayvanlara verilmek üzere silodan çıkarılmaya başlandığı dönemdir. Bu dönem yemleme dönemi olarak da bilinmektedir. Silo açıldığı zaman silaj yüzeyi yoğun bir oksijen (O₂) girişine maruz kalır. Yemleme dönemi sırasında, aerobik mikroorganizmalar silajdaki suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK) ile laktik ve asetik asit gibi fermantasyon ürünlerini tüketerek büyük miktarlarda kuru madde (KM) ve besin maddeleri kaybına neden oldukları bildirilmektedir (Wilkinson vd. 1996; Woolford, 1999; Filya, 2001; Pahlow vd. 2003; Rooke ve Hatfield 2003). Bu besinlerin aerobik mikroorganizmalar tarafından parçalanması sonucunda silo içerisinde karbondioksit (CO₂) ve su açığa çıkar, sıcaklık artar. Bu durumda silo ortamında maya ve küfler artar ve siloda aerobik bozulmaya neden olurlar. Özellikle silaj açıldıktan sonra maya ve küf popülasyonları gelişerek çoğalmaya başlar ve yaklaşık 10⁷-10⁸ cfu/g düzeyine ulaştıkları, bazı hallerde *Enterobacteriaceae* ve *Bacillus* grubu mikroorganizmalarında aerobik bozulmaya neden oldukları bildirilmektedir (Woolford, 1999; Filya, 2001; Pahlow vd. 2003; Rooke ve Hatfield 2003). Ayrıca maya ve küflerin silajda yüksek oranda sindirilebilir besin maddeleri kaybına neden olduğu, bazı küf türleri, mikotoksinler ve diğer bazı toksik bileşikler ürettiği, buna bağlı olarak çiftlik hayvanları ile insan sağlığını olumsuz yönde etkileyeceği bildirilmektedir (Wilkinson vd. 1996; Woolford, 1999). Kaliteli silo yemi üretiminin temel ilkesi yukarıda açıklanan silolama sırasında gerçekleşen olayların iyi bilinmesinde geçtiği unutulmamalıdır.

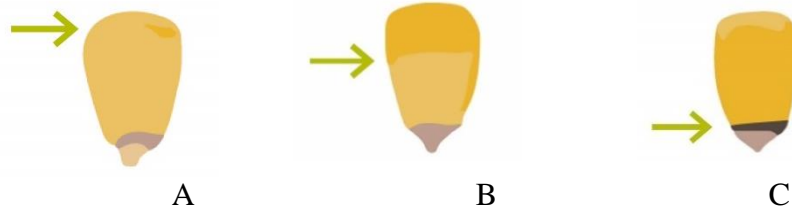
2.3. Yüksek Nemli Dane Mısırın Hayvan Beslemedeki Yeri ve Önemi

Mısır hayvan beslemede yaygın olarak öğütme, flake (Callison vd. 2001; Remond vd. 2004) ve yüksek nemli dane mısır (YNDM) olarak (Jobim vd. 1999; Costa vd. 2002; Oba ve Allen, 2003; Owens ve Zinn 2005; Mader ve Rust 2006; Da Silva vd. 2018) kullanılmaktadır.

Yüksek nemli dane mısır (YNDM)'ın hayvan beslemede (sığır besisi) kullanımı ile yapılan ilk çalışma 1958 yılında Beeson ve Perry (1958) tarafından gerçekleştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Oklahoma Üniversitesi tarafında 1976 yılında yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın sığırlarda kullanımına yönelik sempozyum düzenlenmiştir (Prigge, 1976). Brezilya'nın Parana eyaletinde ise 1980'lerin başında önce domuz, daha sonra besi ve süt sığırlarının beslenmesinde kullanıldığı bildirilmektedir (Kramer ve Voorsluys 1991). Bu alanda ilk bilimsel çalışmalar ise 1990 yıllarda yayınlandığı vurgulanmaktadır (Jobim vd. 1997; Jobim vd. 1999). Günümüzde ise yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) yaygınlık kazanmaktadır.

Mısır danesinin nem içeriği %35 (%65 KM) olana kadar kuru madde birikiminin arttığı, bazı hibrit çeşitlerde ise bu durum %40 nemde (%60 KM) gerçekleştiği bildirilmektedir (Mader ve Rust 2006). Mısır danesinin tabanında siyah bir tabakanın oluştuğu dönem dane mısır silajı için en uygun fizyolojik dönem olarak bildirilmektedir (Costa vd. 2002) (Şekil 2.1). Yüksek nemli dane mısırı silaj yapımı için en uygun nem düzeyinin çeşit, toprak ve hava koşullarına bağlı olarak %25-35 arası nem düzeyinin olduğu bildirilmektedir (Jobim vd. 1999; Costa vd. 2002; Owens ve Zinn 2005; Mader ve Rust 2006).

Yüksek nemli dane mısırı %25-35 nem düzeyinde hasat edilmesi durumunda yapısında bulunan besin maddeleri, pH ve mikroorganizma yüklerinin Çizelge 2.1.'de ki gibi değiştiği bildirilmektedir (Kung vd. 2007).



Şekil 2.1. Yüksek nemli dane mısır silajı için mısırın olgunluk dönemi (Kung vd. 2007).

A) Tüm dane ve süt çizgisi - %55 nem, B) ½ süt çizgisi %35-40 nem, C) Siyah çizgi %30 nem

Çizelge 2.1. İki farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın besin madde ve mikroorganizma yükleri

Bileşim	Nem düzeyi	Nem düzeyi
Kuru madde, %	73,17	75,02
Nem, %	26,83	24,98
Ham protein, %	9,95	9,64
Nötr deterjan lif (NDF), %	7,92	9,63
Asit deterjan lif (ADF), %	2,55	3,33
Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), %	1,35	0,52
Amonyak azotu (NH ₃ N), %	0,008	0,008
pH	5,8	5,45
Laktik asit bakterisi (LAB), log ₁₀ cfu/g	--	4,64
Maya, log ₁₀ cfu/g	4,81	3,54
Küf, log ₁₀ cfu/g	4,36	3,34
*Nişasta, %	74,72	--

*Kung vd. (2014)

Yapılan çalışmalarda yüksek nemli dane mısır silajının sindiriminin %81,8 ile 91,7 arasında değiştiği (Cooper vd. 2002), nişasta sindirilebilirliğinin ise ortalama %90,1 olduğu bildirilmektedir (Owens ve Zinn, 2005).

Mısır danesinin yapısında yoğun olarak nişasta bulunmaktadır. Başta nişasta olmak üzere proteinlerin sindirimi yapısında bulunan ve proteinlere bağlı olan prolamin miktarına göre değiştiği bildirilmektedir. Prolamin miktarı yüksek olan mısırların daha camsı yapıda olduğu, unlu yapıda olanlara göre daha az sindirildiği bildirilmektedir (Correa vd. 2002). Prolaminler, prolin amino asit

kaynaklı olup, tüm tahıl danelerinin endospermelerinde bulunurlar. Her tahıl danesine özgü protein yapısı vardır ve bunlar mısırdaki zein, buğdayda gliadin, arpada hordein, çavdarda sekalin, sorgumda kafirin ve yulafda avenin'den oluşurlar. Mısırdaki prolamin proteinleri zein olarak adlandırılır ve bütün mısırdaki toplam proteinin %50-60'ını oluşturduğu bildirilmektedir (Hamaker vd. 1995). Prolaminler, yüksek glutamin ve prolin içeriğine sahip oldukları ve yapısında bulunan prolinin ise hidrofobik özellik gösterdiği, yüksek prolin içeriğine sahip proteinlerin, daha yoğun hidrofobik yapılar geliştirdiği bildirilmektedir (Momany vd. 2006). Hidrofobik (prolamin-zein) yapının artması proteinlerinin rumende proteolizini sınırladığı ve nişasta sindirimi ile ters ilişkisi olduğu bildirilmektedir (Romagnolo vd. 1994). Mısır danesinin %30-35 nem içeriğine (siyah çizgi oluşana) kadar prolamin düzeyinin arttığı, daha sonra ise fazla değişmediği bildirilmektedir (Murphy ve Dalby 1971). Silolama sırasında yüksek nemli dane mısırdaki daha düşük prolamin-zein içeriği olma durumu yüksek nişasta sindirimi ile sonuçlanacağı da belirtilmektedir (Murphy ve Dalby 1971). Ayrıca silolama sırasında oluşan uçucu yağ asitleri (laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve butirik asit vb.) ile silajda gerçekleşen proteoliz olayları nedeniyle prolamin-zein proteinlerinin yapısının bozulmasıyla açıklanmaktadır (Baron vd. 1986; Philippeau ve Michalet-Doreau 1998). Jurjanz ve Montels (2005) ruminantlarda mısır danesinin nişasta parçalanabilirliğinin silolama öncesi %70.2, silolama sonrasında ise %92.3'e çıktığını, silolamanın nişasta parçalanabilirliğini önemli düzeyde geliştirdiğini bildirmişlerdir.

2.4. Silaj Fermantasyonu Üzerine Kuru Maddenin Etkisi

Silaj ortamında nem içeriği %70'in üzerinde olması halinde silo ortamında kolostrodium (*clostridia*) ve diğer istenmeyen mikroorganizmalar için uygun ortam oluşturması nedeniyle isenmemektedir. Bu durumda *clostridia* gelişimi sonucunda butirik asit ile silo ortamında putirisin ve kadaverin gibi aminlerin miktarını artırdığı, silo suyu nedeniyle kuru madde ve suda çözünebilir besin maddelerinde kayba neden olduğu bildirilmektedir (McDonald vd.1991; Woolford, 1999; Filya, 2001; Collins ve Owens, 2003). Özellikle kaba yemlerde

nem içeriği %60-70 arası uygun görülmektedir. Daha az nem içeren yani %50'nin altında sıkıştırma ve parçalamadan kaynaklı sorunlardan dolayı silo ortamından oksijen (O₂)'in uzaklaşması zor olmakta ve silaj yine bozulmayla karşı karşıya kaldığı bildirilmektedir (McDonald vd.1991). Yüksek nemli dane mısırın silolanması sırasında ise nem düzeyinin %35-25 arasında olmasının uygun olduğu vurgulanmaktadır (Jobim vd. 1999; Costa vd. 2002; Owens ve Zinn 2005; Mader ve Rust 2006).

2.5. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silaj Fermantasyon Üzerine Etkileri

Silaj fermantasyonu ve kalitesi üzerine mikroorganizmaların oluşturduğu fermantasyon etkili olmaktadır. Bu mikroorganizmalar arasında silaj kalitesi üzerine etki eden en önemli mikroorganizma grubunu laktik asit bakterileri (LAB) oluşturmaktadır. Ancak hem bitkide hem de silo ortamında çok daha fazla mikroorganizma görev almaktadır. Silo ortamında bulunan mikroorganizmaları önemli bir kısmının bitki hasat öncesinde yapısında taşıdığı ve yapısında bulunan mikroorganizmaların çoğu zaman fermantasyon için yeterli olduğu bildirilmektedir (McDonald vd. 1991; Cai vd. 1998; Filya 2001). Seale vd. (1990)'ı ise silolama dönemine kadar bitkilerde bulunan bakteri, maya ve küflerin sayının Çizelge 2.2'deki gibi olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2.2. Silolamadan önce bitkilerdeki bulunan bakteri, maya, mantar ve küf miktarları, cfu/g

Mikroorganizma grupları	Popülasyon
Toplam aerobik bakteri	>10 000 000
Laktik asit bakterileri	10-1 000 000
Enterobakteri	1000-1 000 000
Mayalar ve maya benzeri mantarlar	1000-100 000
Asetik asit bakterileri	100-1000
Propiyonik asit bakterileri	10-100
Clostridia (endosporlar)	100-1000

Laktik asit bakterileri genelde suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK) laktik asit, asetik asit, etanol, karbondioksit (CO₂) ve çok az miktarlarda diğer ürünlere (propiyonik asit vb.) dönüşürler. Laktik asit bakterileri *homofermantatif* ve *heterofermantatif* olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Woolford ve Pahlow, 1998). Bunlardan *homofermantatif* olanlar glikolitik yolla glikoz ve diğer 6 karbonlu şekerleri (>%85) laktik asitte fermante ederken, pentoz şekeri fermante edemezler (McDonald vd. 1991; Muck, 2010). Bu gruba ait en önemli üye *lactobacillus plantarum* olup bunu sırasıyla; *pediococcus pentosaceus*, *lactobacillus casei*, *lactobacillus comyiiformis*, *lactobacillus curvatus*, *pediococcus acidilactici*, *lactococcus lactis* ve *enterococcus faecium* izlediği bildirilmektedir (McDonald vd. 1991; Muck, 2010). *Heterofermantatif* laktik asit bakterileri ise heksoz şekerleri (glikoz) laktik asitin yanı sıra asetik asit, etanol ve karbondioksite (CO₂) fermante ederler. Ayrıca pentoz şekerleride laktik asit ve asetik asite fermante ettikleri bildirilmektedir (McDonald vd. 1991; Filya 2001; Sucu 2009). *Heterofermantatif* laktik asit bakterileri üyelerini ise *leuconostoc*, *lactobacillus brevis*, *lactobacillus buchneri*, *lactobacillus fermentum*, *leuconostoc mesenleroides* ve bazı *lactobacillus spp.* türleri oluşturmaktadır (McDonald vd. 1991; Holzapfel ve Schillinger 1992, Weiss 1992; Filya 2001; Sucu 2009).

Silaj yapımında laktik asit bakterisi (LAB) inokulantı kullanımı 1970'lerde kullanılmaya başlanmış ve son 30 yılda ise yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak bu inokulantardan en çok tercih edileni *lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri* ile bu iki mikroorganizmanın kombinasyonudur (McDonald vd. 1991; Cai vd. 1998; Filya 2001). *Lactobacillus plantarum*, silaj inokulantı olarak kullanılabilen en uygun LAB olarak belirlenmiş ve gerek tek başına gerekse karışım halinde kullanılabilir. Hemen hemen tüm ticari bakteri inokulantlarının içerisinde yer almıştır. *Lactobacillus plantarum* silolanın materyalin pH'sı 5'in altına düşene kadar oldukça yavaş laktik asit üretirken, pH düşüklüğe laktik asit üretimi artmaktadır. Bu nedenle *Lactobacillus plantarum*'un yanı sıra fermantasyon döneminin başlarında pH'nın 5.0-6.5 arasında değiştiği sırada aktif olabilecek *Lactobacillus buchneri* cinsi bakteri grupları ile birlikte kullanılması önerilmektedir (McDonald vd. 1991; Filya 2001; Filya 2003).

Homofermantatif LAB inokulantlarından *Lactobacillus plantarum* silajların aerobik stabilitesi üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Danner vd. 2003, Filya ve Sucu 2003; Kung vd. 2004; Biro vd. 2006; Kung vd. 2017; Kung vd. 2018). *Heterofermantatif* fermantasyon gösteren *Lactobacillus buchneri*'nin yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'na taze materyalde 10^6 cfu/g TM olacak şekilde ilavesinin silaj fermantasyonunu etkilediğini bildirmişlerdir (Kung vd. 2017). *Lactobacillus buchneri*'nin silaj ortamında fermantasyonu sonucunda genelde laktik asit ve asetik asit ürettiği bildirilmektedir. Özellikle silajlardan daha yüksek asetik asit ve daha düşük laktik asit konsantrasyonlarına neden olduğuda vurgulanmaktadır. Bu durumun silo ortamında oluşan asetik asit silolama ortamında mayaların gelişimini engelleyerek silajların aerobik stabilitesini geliştirdiği bildirilmektedir (Driehuis vd. 1999; Kung vd. 2017). Ayrıca *Lactobacillus buchneri*'nin aerobik ortama maruz kalmaları halinde oluşan ısıya dayanıklı olması nedeniyle silo asitlerini üretmeye devam etmesi silo ortamında küf ve mayaları baskılayarak silajların aerobik stabiliteilerinin gelişimine yol açtığı vurgulanmaktadır (Kung vd. 2017).

2.6. Üre Kullanımının Silaj Fermantasyonuna Etkileri

Ruminant hayvanların beslenmesinde en yaygın olarak kullanılan protein olmayan azotlu bileşiklerin başında üre gelmektedir (Karabulut ve Filya 2020). Bir diamin karbonyl asit olan ürenin kimyasal formülü $NH_2-CO-NH_2$ olup ilk kez 1891 yılında Almanya'da kullanılmıştır. Ürenin hayvan beslemede kullanımını ise 2. Dünya savaşı sonrası yaygın hale gelmiştir (Kılıç 1996). Üre azotca zengin karbon, hidrojen, oksijen içeren protein tabiatında olmayan, sentetik olarak elde edilen bir bileşiktir. Suda kolay erir, kaynatılınca karbondioksit (CO_2) ve amonyağa (NH_3) ayrılır. Üre ayrıca memelilerde ve balıkların çoğunda azot metabolizmasının son ürünüdür (Ensminger vd. 1990).

Saf üre 46,6 g/kg azot içermekte olup ham protein içeriği $466 \times 6,25 = 2913$ g/kg'dır. Yemlik üre ise akışkanlığı sağlayan katkı maddesi nedeniyle 464 g/kg

azot karşılığı 2900 g/kg ham protein içerir. Türkiye’de ise gübre olarak üretilen üre aynı zamanda yemlik olarak kullanılmaktadır (Karabulut ve Filya 2020). Hayvan beslemede kullanılan her 100 g üre 287 g ham proteine eşdeğer olduğu bildirilmektedir (Kılıç 1996; Karabulut ve Filya 2020).

Üre, silaj katkı maddelerinin sınıflandırmasında “besin maddeleri” grubuna giren bir bileşiktir (McDonald vd. 1991). Üre başta mısır olmak üzere nitrojen içeriği düşük bitkilerin silolanmasında nitrojen içeriğini artırmak amacı ile kullanılmaktadır (Filya vd. 2004). Silaj fermantasyonunda kullanılan üre, silajların hücre duvarı kapsamı dışındaki kimyasal özelliklerini azaltırken, protein içeriğini artırmaktadır (Filya vd. 2004). Ayrıca ürenin silaj ortamında protein parçalanabilirliğini azalttığı ve silajların aerobik stabilitelerini geliştirdiği bildirilmektedir (Muck ve Bolsen 1991; Filya vd. 2004). Ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında maya ve küf gelişimini engellediği de bildirilmektedir (Filya vd. 2004).

Silaja üre ilavesi, silaj asitlerinin konsantrasyonlarını etkilediği bildirilmektedir (Farki ve Edilen 2005; Canbolat vd. 2014). Azim vd. (1992)’ı üre ile işledikleri silajlarda daha yüksek konsantrasyonlarda uçucu yağ asidi (UYA) ve daha düşük konsantrasyonlarda suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içerdiğini bildirmişlerdir. Heidker vd. (1985)’ı üre ile silolanan silajlarda pH, laktik asit ve laktik asit bakterilerinin artışı, buna karşın maya ve küf üreten mikroorganizmaların azaldığını bildirmişlerdir. Farki ve Edilen (2005) tarafından yapılan çalışmada ise üre ile muamele edilmiş sorgum silajında propiyonik asit içeriği etkilenmezken, butirik asit konsantrasyonu arttırdığını bildirmişlerdir.

Üre kullanımı, silajların maya ve küf sayısında azalmaya neden olmuştur. Maya ve küf içeriğindeki azalma kısmen silaj fermantasyonunun istenen yönde gelişmesi ile kısmen de ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında maya ve küf gelişimine engel olmasından (Muck ve Bolsen 1991; Filya vd. 2004) kaynaklandığı söylenebilir.

Ürenin ayrıca silajların aerobik stabilitelerini geliştirdiği ve CO₂ üretimini düşürdüğü, üre katılan silaj gruplarının pH değerleri kontrol grubundan önemli düzeyde yüksek olduğu da bildirilmektedir (Canbolat vd. 2014). Silaja üre ilavesinin pH, asetik asit, propiyonik asit düzeyini artırdığı ve buna bağlı olarak artan uçucu yağ asitlerinden propiyonik asidin antifungal özellik göstererek silaj bünyesindeki maya ve küflerin üremesini baskıladığı bildirilmektedir (Djordjevic vd. 2006).

Silaja üre ilavesi silajların ham protein içeriğini artırmaktadır (Soderholm vd. 1988; Filya vd. 2004; Canbolat vd. 2014). Ayrıca silo ortamında amonyak azotu (NH₃N) düzeyinde de önemli düzeyde artışa yol açtığı bildirilmektedir (Soderholm vd. 1988; Filya vd. 2004; Canbolat vd. 2014). Silaj fermantasyonunda kullanılan üre, silajlardaki protein parçalanmasını azalttığı ve silajların silo ömrünü geliştirdiği bildirilmektedir (Muck ve Bolsen 1991, Filya 2000)

Clark ve Harshbarger (1972)'in laktasyondaki süt sığırlarına yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'ni farklı kaba yemlerle kombine ederek yaptıkları çalışmada YNDMS'nin kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül, nitrojensiz öz maddeler ve asit deterjan fiber (ADF) içeriğini sırasıyla; %70,1, 10,8, 4,8, 1,6, 77,6 ve 5,2 olarak bildirmişlerdir.

Heidker vd. (1985)'i yüksek nemli mısıra kuru maddede %0, 0,75, 1,5 ve 2,25 üre olacak şekilde silolanmışlardır. Yüksek nemli mısırı %26 nemde silolanmış ve silajlar 1, 2, 4, 7, 21 ve 158 günlerde açılmıştır. Silolama öncesi yüksek nemli tene mısır (YNDM)'in kuru madde içeriği %25,9-26,5, pH'sı 5,78-6,27 ve ham protein içeriği ise %9,0-14,5 arasında değişmiş ve üre kullanım dozunun artmasına bağlı olarak kuru madde, pH ve ham protein düzeyinin arttığını bildirmişlerdir. Silolamanın 1. günü ile 158. günü arasında yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin kuru madde içeriği %26,4-28,5, kuru madde kaybı %0,91-4,59, ham proteini %9,82-13,78, pH'sı 3,96-7,08, amonyak azotu (NH₃N) %0,4-31,4 toplan azotun, laktik asit %0,36-3,67 ve asetik asidi ise %0,1-0,65 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Baron vd. (1986)'ı farklı nem düzeyinde (%22-36) silolanan yüksek nemli dane mısır silajının fermentasyon ve proteolizis üzerine etkilerini saptamışlardır. Araştırmada nem düzeyi %22, 26, 33 ve 36 olarak belirlemişlerdir. Silolama sonunda nem düzeyi, pH, laktik asit ve amonyak azotu (NH₃N)'nu sırasıyla; 5.87, 5.67, 4.85, 4.38, %0.08, 0.11, 0.49, 0.92, ve %1.84, 1.81, 1.83, 1.91 olarak saptamışlardır. Nem düzeyinin artması silaj pH'sını önemli düzeyde düşürürken, laktik asit ve amonyak azotu (NH₃N)'nu artırdığını (P<0.05) bildirmişlerdir.

Soderholm vd. (1988)'ı farklı nem düzeyinde (%36,7, 30,3 ve 24,9) yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'na azot kaynağı olarak amonyak ve üre + melas ilave ederek 28 gün silolamışlardır. Üre + melas ilave edilen YNDMS'nın pH düzeyleri kontrol grubunda 4,25-5,23 arasında değişirken, üre + melas ilave edilen YNMS'ı grubunda 6,46-8,51 arasında değişmiş ve gruplar arası farklılıkları önemli bulmuşlardır (P<0,05). Üre ilavesi silajları pH düzeyleri artırmıştır.

Üre + melas ilaveli kontrol grubuna göre amonyak azotunu (NH₃N) da artırdığını bildirmişlerdir. Kontrol grubunda amonyak azotunu (NH₃N) 2,26-4,5 g/kg KM, üre + melas ilave edilen grupta ise 24,9-32,4 g/kg KM olarak bildirmişlerdir. Aynı şekilde kontrol grubunda ham protein %9,7-9,8, üre + melas ilaveli grupta ise %13,4-14,9 arasında değişmiştir. Yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'na üre + melas ilavesi kontrol grubuna göre laktik asit içeriğini düşürmüş, asetik asit, propiyonik asit, butirik asit içeriğini ise artırmıştır. Kontrol grubunda laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve butirik asit içeriği sırasıyla kurum maddede %0,11-0,31, %0,41-1,77, %0,0-0,03, %0,25-0,66 değişirken, aynı parametreler üre + melas ilave edilen gruplarda sırasıyla; %0,02-0,68, 1,96-2,10, 0,04,0,2, 0,01-1,76 olarak bildirilmiştir.

Taylor ve Kung, (2002) yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'na *Lactobacillus buchneri* ve *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum* (1x10⁵ cfu/g) ilave etmişler ve silajların aerobik stabilitesi üzerine olan etkilerini saptamışlardır. Silolama öncesi kontrol yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'da kuru madde, pH, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), amonyak

azotu (NH₃N), maya ve küf miktarını sırasıyla; %74,1, 6,02, %1,01, %0,007, 4,93 cfu/g ve 3,76 cfu/g olarak bildirmişlerdir. Silolamanın 49. gününde *Lactobacillus buchneri* (1x10⁵ cfu/g) ilave edilen yüksek nemli dane mısır silaj (YNDMS)'ların kuru madde, pH, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), laktik asit, asetik asit, amonyak azotu (NH₃N), maya ve küf düzeyini sırasıyla; %73,8, 3,73, %0,11, %0,75, %0,41, %0,054, 4,3 cfu/g ve küf saptanmamışlardır. Aynı araştırmada *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum* (1x10⁵ cfu/g) ilave edilen yüksek nemli dane mısır silaj (YNDMS)'ların kuru madde, pH, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), laktik asit, asetik asit, amonyak azotu (NH₃N), maya ve küf düzeyini sırasıyla; %72,9, 3,82, %0,01, %0,83, %0,69, %0,071, 8,85 ve 0 küf saptanmışlardır. Bu parametrelerden suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), asetik asit ve amonyak azotu (NH₃N) laktik asit bakterilerinden etkilenmiştir. Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) düşerken, asetik asit ve amonyak azotu ise önemli düzeyde (P<0,05) arttığını bildirmişlerdir.

Bíro vd. (2006)'nın yüksek nemli dane mısır (YNDM)'ı farklı kimyasallarla (propiyonik asit, formik asit, benzoik asit ve kalsiyum formiat) silolamışlardır. Silolama sonrası kimyasal madde katılmayan kontrol yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'ında kuru madde, pH, laktik asit, asetik asit, propiyonik asit, butirik asit ve formik asit düzeylerini saptamışlar ve sırasıyla; %60,39, 3,75, 24,3, 3,7, 0,2, 0,6 ve 0,2 g/kg KM olarak bildirmişlerdir. Ayrıca kontrol grubunda *Acremonium sp.*, *Penicillium sp.* ve *Rhizopus stolonifer* gibi küfleri sırasıyla; 0, 6,104 ve 76,103 cfu/g olarak saptamışlardır.

Hoffman vd. (2011)'i yüksek nemli mısır silolamanın silajlarda nişasta-protein matrisi üzerine silaj inokulantı ve silolama süresinin etkisini araştırmışlardır. Denemede kullandıkları yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın kuru madde, ham protein, nişasta, asit deterjan lif (ADF) ve nötr deterjan lif (NDF) içeriklerini sırasıyla; %74,4, %9,0, %69,1, %2,3 ve %8,1 olarak bildirmişlerdir. *Lactobacillus buchneri* grubunda silaj pH'sı, önemli düzeyde düşerken, asetik asit, laktik asit ve amonyak azotu (NH₃N) ise önemli düzeyde (P<0,001) artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Basso vd. (2012)'ı Farklı seviyelerde *Lactobacillus buchneri* ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajları (YNDMS)'nın silaj fermantasyonu ve aerobik stabilitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada %65,4 kuru madde içeren yüksek nemli mısır kullanmışlardır. Yüksek nemli mısıra sırasıyla 5×10^4 , 1×10^5 , 5×10^5 ve 1×10^6 cfu/g olacak şekilde *Lactobacillus buchneri* ilave ederek silolamışlar ve silajları 140 sonra açmışlardır. Yüksek nemli mısırın fermantasyon parametreleri *Lactobacillus buchneri*'den maya dışındakiler etkilenmemiştir. Maya düzeyinde ise önemli düzeyde düşüş olmuştur. Silolamanın 140. Gününde açılan yüksek nemli mısır silajları (YNDMS)'nın kuru madde, ham protein, nötr deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lif (ADF) içerikleri sırasıyla; %66,07-66,66, %10,70-10,96, %5,53-6,40 ve %1,04-1,64 arasında değişmiştir. Silaj fermantasyon özelliklerinde pH, laktik asit, asetik asit, propiyonik asit miktarı, maya ve küf satıları sırasıyla; 3,90-3,98, 31,1-39,0 g/kg KM, 3,4-4,2 g/kg KM, 0,1-0,3 g/kg KM, 6,70-1,34 log₁₀ cfu/g TM ve 1,71-3,83 log₁₀ cfu/g TM arasında değişmiştir.

Araştırmacılar *Lactobacillus buchneri* ilave dozunun artışına bağlı olarak aerobik ortamda zamanla kontrol grubunda maya ve küf miktarının önemli düzeyde ($P < 0,05$) attığını, pH'nın ise daha az etkilendiğini bildirmişlerdir. Aerobik stabilite açısından durum değerlendirildiğinde araştırmacılar yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'na ilave edilmesi gereken *Lactobacillus buchneri* miktarının 5×10^5 cfu/g'a ve üzerinde olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Canbolat vd. (2014)'ı nar posası (*Punica granatum* L.) silajında azot kaynağı olarak %0 (kontrol), 0,5, 1,0, 1,5 ve 2,0 düzeyinde üre kullanılmışlardır. Nar posasına katılan üre ham protein (HP) düzeyi artırdığını, nötr deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) ile suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği azalttığını bildirmişlerdir. Üre ilavesi silajların asetik asit ve butirik asit düzeylerini düşürmüştü ($P < 0,01$), pH, laktik asit, propiyonik asit ve amonyak azotu (NH₃N) düzeylerini ise artırdığını bildirmişlerdir ($P < 0,01$). Üre ilavesi aynı zamanda, silajların *in vitro* gaz üretimi, OMS, ME ve laktik asit

bakterileri (LAB) sayısını artırmış, maya ve küf sayısını ise düşürdüğünü saptamışlardır ($P<0,01$). Ayrıca üre silajlardaki CO_2 üretimini düşürerek silajların aerobik stabilitelerini geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Ferraretto vd. (2014)'ı yüksek nemli tene mısır silajı (YNDMS)'nın kuru madde düzeyi ile amonyak azotu (NH_3N) ve rumende nişasta sindirilebilirliğini araştırmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada YNMS'nin kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül, nötr deterjan lif (NDL) ve asit deterjan lif (ADF) ve nişasta içeriğini sırasıyla; %72,7, 8,1, 3,4, 1,4, 7,1, 2,6 ve 69,2 olarak saptamışlardır. Ayrıca YNDMS'nin kuru madde, pH ve amonyak azotu (NH_3N) ise sırasıyla; %71,9-73,5, 4,40-4,68 ve 26,5-28,6 g/kg KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Junges vd. (2017)'ı yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) fermantasyonu üzerine bazı proteolitik katkı maddelerinin etkilerini saptamak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapmış oldukları çalışmanın kontrol grubunda yüksek nemli mısır silajının kuru madde, ham protein, pH, laktik asit, asetik asit, butirik asit, etanol ve amonyak azotu (NH_3N) içeriklerini sırasıyla; %67,0, %8,32, 3,74, %1,93 KM, %0,29 KM, %0,56, %0,001 KM ve toplam azotun %7,36 olarak saptamışlardır. Aynı çalışmada mikrobiyolojik çalışma yürütülmüş ve kontrol grubunda laktik asit bakteri, kolostrodium bakteri, maya ve küf sayılarını sırasıyla; 5,30 log cfu/g, 2,93 log cfu/g, 4,02 log cfu/g ve 2,39 log cfu/g olarak bildirmişlerdir.

Júnior vd. (2014)'ı Holstein sığırlarının beslemesinde farklı dozlarda yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) kullanmışlardır. Araştırmada kullanılan YNDMS'nin kuru madde, ham proteini, ham yağ, ham kül, nötr deterjan lif (NDL) ve asit deterjan lif (ADF) ve nişasta içeriğini sırasıyla; %71,78, 7,60, 6,85, 4,00, 13,74, 3,13 ve 74,69 olarak bildirmişlerdir.

Kung vd. (2014)'ı yüksek nemli mısır silajı (YNMS)'na eksojen bir proteaz ilavesinin yem değeri ve silaj fermantasyonu üzerine etkisine yönelik çalışma

yürütmüşlerdir. Yapmış oldukları çalışmada silajları 0, 70 ve 140 günde açmışlardır. 140. günde açılan yüksek nemli mısır silajının kuru madde, ham protein, nişasta ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriklerini sırasıyla; %72,89, %9,10, %74,72 ve %0,27 olarak bildirmişlerdir. Kontrol grubunda silaj pH, laktik asit, asetik asit, amonyak azotu (NH₃N), etanol, laktik asit bakterisi ve maya sayılarını sırasıyla; 3,95, %1,62, %0,43, %0,70, %0,79, 7,95 log cfu/g ve 3,55 log cfu/g olarak bildirmişlerdir.

Calixto vd. (2017)'ı yüksek nemli mısıra farklı silaj katkı maddeleri ile silolamışlardır. Silaj katkı maddesi olarak üre kullanmışlardır. Üre katılmayan yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) (kontrol) ve üre (%1) katılan YNDMSÜ'nün kuru madde, ham protein, ham yağ, nötr deterjan lif (NDL) ve asit deterjan lif (ADF) ve nişasta içeriğini sırasıyla; %63,05, 11,2, 4,6, 7,5, 2,5 ve 68,44; 63,76, 16,0, 4,3, 9,5, 3,1 ve 63,58 olarak saptamışlardır. Üre ilavesi YNDMSÜ'nin ham protein içeriğini önemli düzeyde artırmıştır (P<0,05). Yüksek nemli dane mısır silajının %11,2 olan ham protein oranı %16,0'ya çıkmıştır. Ürenin yapısında bulunan azotun YNDMS'nin ham proteini artırdığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar üre ilavesinin ilavesi ile artan ham proteine bağlı olarak nişasta içeriği ise düşmüştür. Buna göre üre ilavesi YNDMS'nin nişasta içeriğini %68,44'den, %63,58'e düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yüksek nemli dane mısır silajına üre ilavesinin kuru madde sindirimini (KMS) ve ham protein sindirimini (HPS) ise etkilemediğini (P>0,05) bildirmişler ve üre katılmayan YNDMS (kontrol) ve üre katılan YNMSÜ'nün kuru madde sindirimini (KMS)'nin sırasıyla; %92,50 ve %92,97 arasında, ham protein sindirimini (HPS) ise %96,46 ile %97,86 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kung vd. (2018)'ı yayınlamış oldukları silajların kimyasal, mikrobiyal ve organoleptik bileşenleri üzerine yaptıkları derlemede yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin kuru madde, pH, laktik asit, propiyonik asit, butirik asit, etanol ve toplam azot (N) içeriğindeki amonyak azotu (NH₃N) miktarı sırasıyla; %70-75, 4,0-4,5, %0,5-2,0, <%0,5, <%0,1, %0, %0,2-2,0 ve <%10 olarak bildirmişlerdir. Araştırmacıların uçucu yağ asitleri, etanol ve amonyak azotu

(NH₃N) üzerinde *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus buchneri* ilavesinin silajlarda laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit miktarını artırdığı, artan bu asitlerin silo ortamında maya ve küflerin üremesini baskıladığı bildirmektedirler. Ayrıca bu uçucu yağ asitlerin silajların aerobik stabilite ve küf ve mayaların üremesini baskılayarak geliştirdiğini vurgulamışlardır.

Da Silva vd. (2018)'ı yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'na farklı dozlarda (1×10^5 , 5×10^5 ve 1×10^6) *Lactobacillus buchneri* ve *Lactobacillus plantarum* + *Pediococcus acidilactici* ilave etmişler ve 124 gün silolamışlardır. Bu süre sonunda silaj kalite özellikleri ile silajların fermantasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkilerini ortaya koymuşlardır. Yapılan çalışmada kullanılan laktik asit bakterilerine göre silajların kuru madde, ham protein, amonyak azotu (NH₃N), laktik asit bakteri sayısı ve aerobik stabilite süresini saptanmışlar ve sırasıyla; %62,8-63,9, %8,36-9,69, %0,059-0,103 KM'de, 2,41-6,35 log cfu/g ve 49-288 saat olarak bildirmişlerdir. Aynı şekilde laktik asit, asetik asit ve etanol düzeylerini ise sırasıyla; 12,0-28,1 g/kg KM, 2,49-16,3 g/kg KM ve 2,93-6,76 g/kg KM arasında değişmiştir. Araştırmacılar laktik asit bakteri inokulantlarının silaj fermantasyonunu geliştirdiği ve özellikle *Lactobacillus buchneri*'nin aerobik stabilite üzerinde en etkili mikroorganizma olduğu ve aerobik bozulma süresini uzattığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda laktik asit bakterilerin, silaj pH'sı, maya ve küf miktarını önemli düzeyde düşürdüğü, buna karşın rumende parçalanabilirliği (24 saatte) ise önemli düzeyde artırdığını ortaya koymuşlardır (P<0,05).

Eren vd. (2021)'ı farklı teknolojik işlemlerden geçirilmiş mısır dane yeminin yem değeri ve rumen fermantasyonu üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada mısır dane yeminin ham besin maddelerinden organik maddeler, ham protein, ham yağ, ham kül, nötr deterjan lif (NDL) ve asit deterjan lif (ADF) ve nişasta içeriğini sırasıyla; %98,45, 10,19, 3,47, 1,55, 10,30, 4,23 ve 78,81 olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca mısır dane yeminin *in vitro* gaz üretimi, gerçek kuru madde sindirimi (GKMS), organik madde sindirimi (OMS) ve metabolik enerji (ME)

düzeylerini saptamışlar ve sırasıyla; 87,83 mL/200 mg KM, %84,61, %88,11 ve 12,86 kcal/kg KM olarak bildirmişlerdir.

Agma Okur vd. (2022)' ı yüksek nemli dane mısıra (YNDM) elma sirkesi ilavesinin silaj ve aerobik stabilitesi üzerine etkisini saptamak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Yaptıkları çalışmada yüksek nemli mısırın silolama öncesi kuru madde, amonyak azotu (NH₃N), laktik asit, laktik asit bakteri sayısı, maya, küf ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) düzeyleri sırasıyla; %62,021, 1,289 g/kg KM, 9,2 g/kg KM, 2,712 log₁₀ cfu/g KM, 2,723 log₁₀ cfu/g KM, 0 log₁₀ cfu/g KM ve 11,418 g/kg KM olarak bildirmişlerdir.

Yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın 4 günlük aerobik stabilite süresinde pH, kuru madde, amonyak azotu (NH₃N), laktik asit, laktik asit bakteri sayısı, maya, küf ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) düzeyleri sırasıyla; 4,10, %63,457, 1,41 g/kg KM, 9,76 g/kg KM, 4,303 log₁₀ cfu/g KM, 4,517 log₁₀ cfu/g KM, 2,527 log₁₀ cfu/g KM ve 9,87 g/kg KM olarak bildirmişlerdir. Aynı şekilde yüksek nemli mısır silajı (YNMS)'nın 12 günlük aerobik stabilite süresinde ise pH, kuru madde, amonyak azotu (NH₃N), laktik asit, laktik asit bakteri sayısı, maya, küf ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) düzeyleri sırasıyla; 6,9, %71,577, 2,693 g/kg KM, 0,757 g/kg KM, 0 log₁₀ cfu/g KM, 5,670 log₁₀ cfu/g KM, 0 log₁₀ cfu/g KM ve 16,517 g/kg KM olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar elma sirkesinin yüksek nemli dane mısır (YNDM)'ın aerobik stabilitesinin geliştirilmesinde önemli fırsatlar yarattığını bildirmişlerdir.

3. METARYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yem, Hayvan ve Silo Materyali

Araştırmanın yem materyalini Karacabey ilçesinde yetiştirilen ve üç farklı kuru madde de (%65, 70 ve 75) hasat edilen yüksek nemli dane mısır oluşturmuştur (Resim 3.1.). Araştırmada *in vitro* gaz üretim ve sindirilebilirlik çalışmaları için rumen sıvısı yaklaşık iki (2) yaşında kesilmiş 3 baş simental ırkı toşundan (Edemen Et Entegre San. Tic. Ltd Şti'nin 07.04.2021 yazılı kararı ile) alınmıştır. Yüksek nemli dane mısır (YNDM)'ın silolanması için 1.5 L'lik hava girişine izin vermeyen, gaz çıkışına olanak tanıyan özel laboratuvar siloları (Weck, Wehr-Oflingen, Germany) kullanılmıştır.



Resim 3.1. Farklı dönemlerde hasat edilen mısır

3.1.2. Laktik Asit Bakteri ve Üre Materyali

Araştırmada yüksek nemli dane mısır (YNDM)'a silolanmasında granül formda *heterofermantatif Lactobacillus buchneri* (11A44-IEUB) ile *homofermantatif (Lactobacillus plantarum) + heterofermantatif Lactobacillus buchneri* (ATCCPTA-2494) karışımından oluşan iki farklı inokulant kullanılmıştır. İnokulantlardaki laktik asit bakteri sayısı ise 4.0×10^{11} cfu/kg düzeyindedir. Laktik asit bakterileri ticari bir firmadan sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan üre %46 azot (N) içermektedir. Üre de ticari bir firmadan sağlanmıştır.

3.2.Yöntem

3.2.1. Silajlarının Hazırlanması

Mısır danesi için koçanlar yaklaşık %65, %70 ve %75 kuru maddede hasat edilmiş ve daneler koçandan ayrılmıştır. Koçandan ayrılan mısır daneleri çekiçli değirmende kabaca parçalanmıştır. Öğütülen mısır daneleri eşit olarak her biri 10 kg olacak şekilde 4 gruba ayrılmıştır. 1. grup katkı maddeleri kullanılmadan (kontrol), 2. gruba azot kaynağı olarak kuru maddede %2.0 olacak şekilde üre ilave edilmiş, 3. gruba ise iki farklı laktik asit bakteri inokulantı 10^6 cfu/g taze materyal (TM) olacak şekilde *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum* ve 4. gruba ise laktik asit bakteri inokulantı olarak 10^6 cfu/g taze materyal (TM) olacak şekilde *Lactobacillus buchneri* ilave edilerek 1.5 L'lik WECK marka özel kavanozlara her bir muamaele 3 paralel olacak şekilde 60 gün boyunca laboatuvar koşullarında silolanmışlardır (Resim 3.2).



Resim 3.2. Yüksek nemli dane mısır silajı

3.2.2. *In Vitro* Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması

Yem ham maddelerinin *in vitro* koşullarda sindirilebilirlik ve metabolik enerji (ME) düzeyinin saptanmasında Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen “*in vitro* gaz üretim tekniği” kullanılmıştır. Yöntemde yemler 3 paralel olacak şekilde özel cam tüplere (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) yaklaşık 200 ± 15 mg olacak şekilde konmuştur. Daha sonra üzerine rumen sıvısı (RS)/tampon çözeltisinden 30 mL ilave edilmiştir

(Menke vd. 1979). Bu şekilde hazırlanan cam tüpler 39°C’de su banyosunda inkübasyona alınmış ve sırasıyla; 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saat sürelerde ürettikleri gaz miktarları ölçülmüştür (Resim 3.3.).

Yem ham maddelerinin organik madde sindirimi (OMS) ve metabolik enerji (ME) içerikleri aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmıştır (Menke ve Steingass, 1988).

$$\text{OMS, \%} = 9.00 + 0.9991 \times \text{GÜ} + 0.0595 \times \text{HP} + 0.0181 \times \text{HK} \quad (3.1.)$$

$$\text{ME, MJ/kg KM} = 1,06 + 0,1570 \times \text{GÜ} + 0,0084 \times \text{HP} + 0,0220 \times \text{HY} - 0,018 \times \text{HK} \quad (3.2.)$$

(GÜ: 200 mg kuru yem örneğinin 24 saat inkübasyon süresi sonundaki net gaz üretimi, HP: %ham protein, HY: %ham yağ ve HK: %ham kül).



Resim 3.3. İn vitro gaz üretim uygulaması

3.2.3. Daisy İnkübatör Tekniğinin Uygulanması

Yemlerin gerçek kuru madde sindirimi (GKMS) Ankom Daisy^{II} inkübatörü kullanılarak saptanmıştır (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA, 2008). Çalışmada öğütülmüş olan yüksek nemli dane mısır silajlarından tekniğe özel torbalara (F57) 0,5 g örnek tartılmış ve her bir 3 paralel olacak şekilde tartılmış ve torbaların ağzı mühürlenmiştir. Daha sonra tekniğe özel cam kavanoza konmuştur. Üzerine tekniğe özel olarak hazırlanan 2 L’lik inkübasyon sıvısı (1600 mL tampon çözeltisi + 400 mL rumen sıvısı) CO₂ gazı eşliğinde ilave edilmiştir.

Bu şekilde hazırlanan cam kavanozlar 48 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi dolunca tüm torbalar kavanozlardan çıkartılıp çeşme suyu altında berrak su akana kadar bekletilmiş ve sonra 105°C'deki etüvde 4 saat kurutulmuşlardır. Etüvden çıkartılan torbalar tartıldıktan sonra kuru madde bazında gerçek kuru madde sindirimi (GKMS) hesaplanmıştır.

3.2.4. Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler

Yemlerin pH Ölçümü

Mısır ve yüksek nemli dane mısır silajlarının pH ölçümü için 30 g yem steril naylon poşetlere konmuş ve üzerine 270 mL saf su ilave edilerek 3 dakika stomacherda çalkalanmıştır. Bu süre sonunda silo suyundan süzülerek 100 mL'lik behere alınmış ve elektronik pH metre (Sartorius, Basic PB-20, Goettingen, Germany) ile pH ölçümleri yapılmıştır.

Suda Çözünebilir Karbonhidratların Saptanması

Yüksek nemli dane mısır ve yüksek nemli dane mısır silajlarının SÇK içerikleri fenol-sülfirik asit yöntemi (Dubois vd. 1956) ile saptanmıştır. Analizde yemler 1:9 oranında saf su ile seyreltikten sonra, otomatik pipet yardımıyla seyreltiden 1'er mL tüplere aktarılmış ve her birinin üzerine 1 mL su, 0,15 mL %80'lik fenol (C₆H₅OH) ile 5 mL %98'lik sülfirik asit eklenerek 30 saniye vortekste karıştırılarak homojenize edilmiştir. Tüplerin soğuması için 15 dakika beklenildikten sonra 490 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında (Shimadzu, UV Mini 1240) okunarak hesaplanmıştır.

Amonyak Azotu (NH₃N) Analizi

Mısır ve yüksek nemli dane mısır silajlarının NH₃N içeriği kjeldahl distilasyon ünitesinde (Gerhadth, Bonn, Germany) AOAC (2000)'ye göre saptanmıştır. Bu yöntemde yemlerden 40 g alınmış ve 360 mL saf su ile stomacherda 3 dak.

çalkalanmış ve süzülmüştür. Elde edilen süzükten 100 mL alınarak distilasyon ünitesine yerleştirilerek 12 dak. distile edildikten sonra 0,1 N %37'lik hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile titre edilmiş ve NH₃N miktarı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\text{NH}_3\text{N}/\text{TN}(\%) = \frac{(\text{T} \times 4 \times 0,1 \times 14)}{[(40 \times \text{KM} / 100) \times (\text{HP} / 100) / 6,25]} / 100 \quad (3.3.)$$

$$\% \text{Amonyak azotu} = [(\text{T} \times 4 \times 0,1 \times 14) / [(40 \times \text{KM} / 100) \times (\text{HP} / 100) / 6,25]] / 100 \quad (3.4.)$$

Örneğin titrasyonunda harcanan 0.1 N HCl hacmi (mL) = T

Seyreltme katsayısı: (40+360)/100	= 4
HCl Normalitesi	= 0,1
Azotun atom ağırlığı, g	= 14
Örnek miktarı, g	= 40
Kuru madde, %	= KM
Kuru maddede ham protein, %	= HP
Azotu ham proteine dönüştürme katsayısı	= 6,25

Organik Asitler ve Etanol Analizi

Mısır ve yüksek nemli dane mısır silajlarının organik asit (asetik, propiyonik, bütirik asit) ve etanol içerikleri gaz kromatografisi (GC, Agilent Technologies 6890N Network GC System, 7683 B Series Injector; kolon özellikleri: Stabilwax-DA, 30 m, 0.25 mm ID, 0,25 um df. Max. temp: 260°C. Cat. 11023) cihazı ile saptanmıştır (Resim 3.4.). Mısır ve yüksek nemli silolanmış dane mısır örneklerinin laktik asit içeriklerinin belirlenmesinde Barker ve Summerson (1941) tarafından belirtilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır.



Resim 3. 4. Gaz kromatografisi cihazı

Silajların Aerobik Stabilitelerinin Saptanması

Yüksek nemli dane mısır silajları 60 gün sonra açılmış ve silajların aerobik stabiliteleri Ashbell vd. (1991) tarafından bildirilen yöntemle yapılmıştır. Aerobik stabilitenin testinin uygulanması için, aşınmaya dirençli ve gaz sızdırmaz 1,5 L'lik ikiye kesilmiş pet şişeler kullanılmıştır. Yaklaşık 250-300 g silaj örneği kesilen pet şişelerin ağzı açık kısmına konmuştur (Resim 3.5.).

Pet şişelerin alta kalan kısmında 100 mL potasyum hidroksit (%25, KOH) ilave edilmiştir. Silaj örnekleri 5 gün boyunca laboratuvar ortamında havanın oksijenine maruz bırakılmıştır. Bu zaman zarfında silajlara oluşan ve havadan 1,5 kat daha yoğun olan CO₂ gazının çöktürülerek potasyum hidroksit (%25, KOH) çözeltisinde tutulmuştur. Beşinci gün sonunda KOH çözeltisinden 10 mL alınarak 1 N hidroklorik asit (HCl) ile titre edilmiştir. Titrasyon sırasında çözeltinin pH'sı sürekli olarak pH metre ile ölçülmüş pH'nın 8.1'den 3.6'ya inene kadarki harcanan HCl miktarı belirlenmiştir. Harcanan HCl miktarı kullanılarak silajların ürettikleri CO₂ gaz aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\text{CO}_2 \text{ (g/kg KM)} = 0,044 \times T \times V / (A \times \text{TM} \times \text{KM}) \quad (3.4.)$$

$$\text{Titasyonda harcanan 1 N HCl miktarı (mL)} = T$$

$$\text{\%25 KOH çözeltisinin toplam hacmi (mL)} = V$$

$$\text{Ünitenin alt kısmına eklenen KOH miktarı (mL)} = A$$

$$\text{Taze silaj materyalinin ağırlığı (kg)} = \text{TM}$$

$$\text{Taze silaj materyalinin kuru madde miktarı (g/k)} = \text{KM}$$



Resim 3.5. Aerobik stabilite testi

Silajların Mikrobiyolojik Özelliklerinin Saptanması

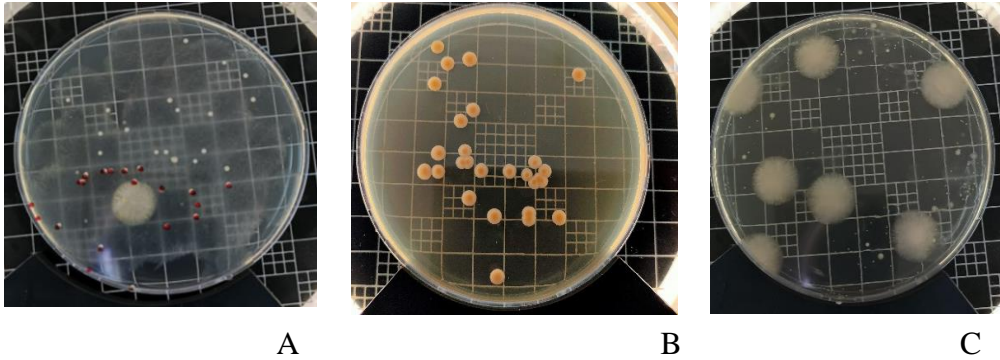
Yüksek nemli dane mısır silajlarının laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları Filya vd. (2000)'nin bildirdikleri yöntemle yapılmıştır. Açılan silajlardan steril naylon torbalara 40'ar g örnek alınarak üzerlerine 360 mL steril deiyonize su ilave edilip stomacherda 3 dak. çalkalanmıştır.

Silaj örneklerinde bulunan *Lactobacilli*, yayma yöntemi kullanılarak izole edilmiş ve 0,1 g tartılarak 10 mL steril deiyonize suda çözündürülmüştür. Otoklavda (Nüve, OT 4060, Ankara, Türkiye) 121°C'de 15 dak. boyunca sterilizasyonu sağlanan Rogosa Agar (Oxoid CM627, Oxoid, Basingstoke, UK) besi yeri olarak kullanılmıştır. Petrilere uygun koloni oluşturabilmesi için örneklerdeki mikroorganizma sayısı seyreltilerek ekim yapılmıştır.

Bu işlem için 121°C'de 15-20 dak. sterilize edilmiş fizyolojik su (8,5 g/L saf NaCl) kullanılmıştır. Seyreltme işlemi uygulamasında örnekte var olan tahmini mikroorganizma sayısı göz önünde bulundurulmuştur. Son seyreltme aşamasında 1 mL aşılama materyali alınarak, steril bir petriye aktarılmıştır. 48-50°C'ye soğuması beklendikten sonra aynı petriye bulaşmaya izin vermeyecek şekilde dökülmüştür. Petri kabı, sekiz çiçek şeklinde 5-6 kez çevrilerek; aşılama materyali ile agarlı besi yeri birbirine karıştırılmış ve düz bir yüzeyde katılaşmaya

bırakılmıştır. Petriler 30°C’de 3 gün süre inkübatörde inkübasyona tabi (Nüve, EN 500, Ankara, Türkiye) tutulmuşlardır. 3 günün sonunda petriler inkübatörden çıkarılarak canlı mikroorganizma sayımı koloni sayma ünitesinde (Funke Gerber, Colony Star, Germany) koloniler sayılmıştır.

Maya ve küflerin sayımını gerçekleştirmek için, aerobik mikroorganizmaların izole edilmesinde kullanılan yayma petri kültürü yöntemi kullanılmıştır. Maya ve küflerin sayımı aşamasında besi ortamı olarak, 121°C’de 15 dak. sterilize edilmiş Malt Ekstrakt Agar (Difco, Detroit, MI, USA) ile %10’luk laktik asit kullanılmıştır. Agar, steril petri kaplarına aktarılarak kurumaları için beklenmiştir. Mikroorganizma sayısı uygun düzeye ayarlanmış 0,1 mL örnek, kurutulmuş besi yerine aktarılarak tüm yüzeye özel spatül ile yayılmıştır. Spatülünü sterilize etmek için her kullanımda %96’lık alkole batırılmıştır. Petriler 30°C’de 3 gün süre ile inkübatörde inkübe edildikten sonra koloni sayma ünitesinde maya ve küflerin sayımı gerçekleştirilmiştir (Resim 5.6.).



Resim 3.6. Laktik asit, maya ve küf görünümü

A) Laktik asit bakterisi, B) Maya, C) Küfler

Yemlerin Ham Besin Madde Bileşimlerinin Saptanması

Silajlar 65°C’de etüvde 48 saat süreyle kurutulmuş ve 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek kimyasal analizlerde kullanılmıştır. Yemlerin kuru madde (KM) içeriği 105°C’de etüvde 4 saat kurutulularak, ham kül içeriği 550°C’de 4 saat kül fırınında yakılarak, ham yağ analizi eter ekstraksiyonu yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC 2000). Ham protein analizi AOAC (2000)’da bildirildiği

gibi kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Yemlerin NDF, ADF ve ADL içerikleri ise Van Soest vd. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM, USA) ile belirlenmiştir. Nişasta analizi ise polarimetrik yöntemle saptanmıştır (Canbolat 2019).

3.3. İstatistiksel Analizler

Araştırma tesadüf parsellerinde (3x4) iki faktörlü deneme desenine göre planlanmış ve istatistik modeli aşağıda verilmiştir:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk} \text{ şeklindedir.} \quad (3.5.)$$

Y_{ijk} = i'inci kuru maddenin j'inci uygulamaların l'inci gözlem değeri

μ = Genel ortalama

α_i = i'inci kuru maddenin etkisi (i = 3; 1 = %65, 2 = %70, 3 = %75)

β_j = j'inci uygulamaların (j = 4; 1 = 0, 2 = üre, 3 = LP+LB, 4 = LB)

$\alpha\beta_{ij}$ = i'inci kuru maddenin ile j'inci uygulamalar arasındaki interaksiyonun etkisi

ϵ_{ijk} = Deneme hatası

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde ortalamalar arasındaki farklılıkların saptanmasında varyans analizi (General Linear Model: Statistica, 1993), görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1976).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Yüksek Nemli Dane Mısır ve Ürenin Besin Maddeleri Bileşimi, Besin Maddeleri Sindirimi, Metabolik Enerji ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısır (YNDM) ve ürenin besin madde analizleri yapılmış ve Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısır (YNDM) ve ürenin besin madde bileşimi, %

Besin maddeleri	Mısır danesi			SH	İÖD
	%65	%70	%75		
Su, %	34,68 ^a	29,23 ^b	24,69 ^c	0,363	*
Kuru madde, %	65,32 ^c	70,77 ^b	75,31 ^a	0,363	*
Organik maddeler, %	98,44 ^a	98,43 ^a	98,35 ^b	0,012	*
Ham kül, %	1,56 ^a	1,57 ^b	1,65 ^b	0,012	*
Ham protein, %	10,79 ^a	10,84 ^a	9,95 ^b	0,102	*
Ham yağ, %	3,72 ^c	4,07 ^b	4,20 ^a	0,046	*
Nötr deterjan lif (NDF), %	13,67 ^b	15,35 ^a	16,08 ^a	0,493	*
Asit deterjan lif (ADF), %	3,35 ^c	3,71 ^b	4,35 ^a	0,059	*
Asit deterjan lignin (ADL), %	1,22 ^c	1,36 ^b	1,49 ^a	0,014	*
Sellüloz, %	2,12 ^c	2,36 ^b	2,85 ^a	0,065	*
Hemisellüloz, %	10,32 ^b	11,64 ^a	11,73 ^a	0,455	*
Nişasta, %	72,80 ^c	73,62 ^b	75,97 ^a	0,394	*
Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), g/kg KM	133,67 ^a	121,00 ^b	110,97 ^c	1,637	*
Üre'nin besin madde bileşimi					
Havada kuru madde, %	91,65				
Kuru madde, %	100,00				
Ham protein, %	287,83				

a-c: Aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi

Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısır (YNDM)'ın KM içeriği %65,32, 70,77 ve 75,31 arasında değişmiştir. Yüksek nemli dane mısır KM miktarları arası farklılıkların ise önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05). Hasat zamanına göre farklılık gösteren kuru madde içerikleri mısırın hasat zamanı geciktikçe yani mısırın bitki üzerinde olgunlaşması ve kuruması kuru madde içeriğini arttırmıştır. Ham protein içeriği ise %10,79, 10,84 ve 9,95 arasında

değişmiş ve HP arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek HP %10,84 ile %70 KM içeren YNDM'da saptanmıştır. Bu değerler Eren vd. (2021)'nin bildirdiği değerler ile uyumlu, Junior vd. (2014)'nin bulduğu değerden (%7,60) daha yüksek bulunmuştur. Kung vd. (2014)'nin yapmış oldukları araştırmada bildirdikleri HP oranlarından (%8,85-9,18) ise yüksek olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların mısır çeşidinden kaynaklandığı söylenebilir. Ham yağ düzeyi de %4,20 ile %75 kuru madde içeren YNDM'da bulunmuştur. Yüksek nemli dane mısırın nişasta düzeyi KM miktarına göre %72,80, 73,62 ve 75.97 arasında değişmiş ve KM düzeyinin artışına bağlı olarak önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.05$). En yüksek nişasta değeri %75 KM grubunda bulunmuştur. Yüksek nemli dane mısırdaki KM düzeyinin artmasına bağlı olarak HP düzeyinin düşmesi nişasta içeriğini artırdığı söylenebilir. Araştırmadan elde edilen nişasta miktarı Kung vd. (2014)'nin yapmış oldukları araştırmada sonuçları (%71.40-74.72) ile benzer bulunmuştur. Hoffman vd. (2011)'nin YNDMS'da bildirmiş oldukları nişasta (%65.4-69.1)'değerinden daha yüksek saptanmıştır.

Yüksek nemli dane mısırın KM düzeyinin artmasına bağlı olarak hücre duvarı bileşenleri önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0.05$). Kuru madde düzeyine bağlı olarak NDF, ADF, ADL ve sellüloz düzeyi sırasıyla; %13,67-16.08, %3,35-4,35, 1,22-1,49 ve 2,12-2,85 arasında değişmiştir. Kuru madde düzeyinin artması YNDM'ın hücre duvarı bileşenlerini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0,05$). En yüksek hücre duvarı bileşenleri %75 KM içeriğine sahip YNDM'da oluşur. Bunu %70 ve %65 KM içeren YNDM grubu izlemiştir. Yüksek nemli dane mısırdaki saptanan hücre duvarı bileşenleri Junior vd. (2014)'nin bildirdikleri NDF-ADF değerleri (%13,74-%3,13) ile uyumlu, Eren ve ark (2021) nin bulduğu NDF değerlerinden (%10,30) daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde Ferraretto vd. (2014)'nin bildirdikleri NDF (%7,1) ve ADF (%2,6) bildirdikleri değerlerden yüksek saptanmıştır.

Araştırmada azot kaynağı olarak kullanılan ürenin KM'si %91,65 ve HP içeriği ise %287,85 olarak saptanmıştır. Ürenin azot oranı Karabulut ve Filya (2020)'nin bildirmiş olduğu değerlerle benzer bulunmuştur.

Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın *in vitro* gerçek kuru madde sindirimi, organik madde sindirimi ve metabolik enerji düzeyi saptanmış ve Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın *in vitro* gerçek kuru madde sindirimi, organik madde sindirimi ve metabolik enerji düzeyi

Parametreler	Mısır danesi			SH	İÖD
	%65	%70	%75		
<i>In vitro</i> gerçek kuru madde sindirimi, %	89,00 ^a	87,67 ^a	85,89 ^b	0,673	*
Organik madde sindirimi, %	94,25 ^a	92,06 ^b	91,22 ^b	0,425	*
Metabolik enerji, MJ/kg KM	13,87 ^a	13,59 ^b	13,43 ^c	0,065	*

a-c: Aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi; KM: Kuru madde

Farklı kuru maddede hasat edilen YNDM'ın *in vitro* gerçek kuru madde sindirimi ile organik madde sindirim KM düzeyine bağlı olarak önemli düzeyde değişmiştir (P<0,05). Kuru madde düzeyinin artması İVGKMS ve OMS'ni önemli düzeyde düşürmüştür ve en düşük İVGKMS ve OMS sırasıyla; %85,89 ve %91,22 ile %75 KM YNDM'da saptanmıştır. Yüksek nemli dane mısırın hasat zamanının gecikmesi ile artan hücre duvarı bileşenleri ve HP ile SÇK düzeyinin azalması (Çizelge 4.1.), besin maddeleri sindirimini olumsuz etkilediği söylenebilir. Araştırmada saptanan İVGKMS Eren vd. (2021)'nin GKMS ve OMS'den (%84,61 ile %88,11) daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca YNDMS'ında Calixto vd. (2017)'nın bildirmiş oldukları KMS (%92,50-92,97) ile benzer saptanmıştır.

Farklı kuru maddede hasat edilen YNDM'ın metabolik enerji (ME) düzeyi KM düzeyinin artışına bağlı olarak önemli düzeyde düşmüştür (P<0,05). Metabolik enerji düzeyi %65, 70 ve 75 KM düzeyine göre sırasıyla; 13,87, 13,59 ve 13,43 MJ/kg KM olarak saptanmıştır. En yüksek ME %65 KM düzeyine sahip YNDM'da saptanmış ve bunu %70 ve %75 KM'de YNDM izlemiştir. Hasat zamanının gecikmesi mikroorganizmalar için daha az HP, SÇK ile daha az

yararlanılan NDF, ADF ve ADL'nin artması (Çizelge 4.1.) YNDM'nin ME içeriğini düşürdüğü söylenebilir. Yüksek nemli dane mısırların ME düzeyleri Eren vd. (2021)'nin bildirmiş oldukları 12,86 kcal/kg KM metabolik enerjiden daha yüksek saptanmıştır.

Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın pH, laktik asit bakterileri, maya ve küf düzeyleri saptanmış ve Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı kuru maddede hasat edilen yüksek nemli dane mısırın pH, laktik asit bakterileri, maya ve küf düzeyleri

Parametreler	Mısır danesi			SH	İÖD
	%65	%70	%75		
pH	6,47 ^a	6,43 ^{ab}	6,39 ^b	0,037	*
Laktik asit bakterileri (LAB), log ₁₀ cfu g ⁻¹ TM	6,19 ^a	5,31 ^b	5,29 ^b	0,220	*
Maya, log ₁₀ cfu g ⁻¹ TM	2,68 ^{ab}	2,89 ^a	2,44 ^b	0,164	*
Küf, log ₁₀ cfu g ⁻¹ TM	2,00 ^a	1,33 ^a	0,67 ^a	0,745	ÖD

a-b: Aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05); ÖD: Önemli Değil (P>0,05; P>0,01); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi; TM: Taze materyal

Farklı kuru maddede hasat edilen YNDM'nin pH düzeyi KM'nin artışına bağlı olarak önemli düzeyde düşmüş (P<0,05) ve en düşük 6.39 pH ile %70 KM grubunda saptanmıştır. Yüksek nemli dane mısırdaki saptanan pH Hoffman ve ark (2011)'nin bildirmiş oldukları 6.02 pH'dan yüksek bulunmuştur. Farklı KM düzeyine bağlı olarak LAB, maya ve küf sayıları sırasıyla; 5,29-6,19, 2,44-2,68 ve 0,67-2,00 log₁₀ cfu g⁻¹ TM arasında değişmiştir. Yüksek nemli dane mısırın KM düzeyinin artması LAB, maya ve küf düzeyini önemli düzeyde düşürmüştür (P<0,05). Mikroorganizmaların düşmesi üzerinde en etkili KM düzeyi %75 olmuştur. Mısırdaki olgunlaşması mikroorganizma yükünün azalmasına yol açmıştır. Yüksek nemli dane mısır ile çalışan Kung vd. (2007)'nin LAB (4,64 log₁₀ cfu/g g⁻¹), maya (3,54 log₁₀ cfu g⁻¹) ve küf (3,35 log₁₀ cfu g⁻¹) ile ilgili sonuçlardan LAB yüksek, maya ve küf düzeyi ise düşük saptanmıştır.

4.2. Farklı Kuru Madde ve Katkı Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nın Besin Maddeleri Bileşimleri

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin besin maddeleri bileşimleri saptanmış ve Çizelge 4.4.'de, hücre duvarı bileşenleri ise Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin besin maddeleri bileşimleri, %

Kuru madde	KM	OM	HP	HY	HK	Nişasta	SÇK	
%65 KM	64,79 ^c	98,45 ^a	10,42 ^b	3,68 ^c	1,55 ^c	68,79 ^c	30,25 ^b	
%70 KM	70,36 ^b	98,43 ^b	11,05 ^a	4,04 ^b	1,57 ^b	70,99 ^b	32,75 ^a	
%75 KM	75,29 ^a	98,34 ^c	10,40 ^b	4,19 ^a	1,66 ^a	73,39 ^a	33,16 ^a	
SH	0,093	0,041	0,034	0,012	0,009	0,125	0,195	
İÖD	*	*	*	*	*	*	*	
Uygulamalar								
Kontrol	70,21 ^a	98,41 ^a	9,90 ^d	4,01 ^a	1,59 ^b	71,82 ^a	31,19 ^b	
%2 Üre	70,04 ^a	98,37 ^b	12,37 ^a	3,96 ^b	1,63 ^a	68,92 ^b	35,44 ^a	
LP+LB	70,05 ^a	98,42 ^a	10,07 ^c	3,96 ^b	1,58 ^b	71,63 ^a	30,76 ^b	
LB	70,29 ^a	98,41 ^a	10,16 ^b	3,96 ^b	1,59 ^b	71,82 ^a	30,83 ^b	
SH	0,157	0,004	0,054	0,018	0,013	0,153	0,239	
İÖD	ÖD	*	*	*	*	*	*	
%65 KM	Kontrol	64,95 ^c	98,45 ^a	9,51 ^h	3,74 ^c	1,55 ^{ef}	69,47 ^d	29,68 ^{fg}
	%2 Üre	64,71 ^{cd}	98,41 ^c	12,36 ^b	3,65 ^d	1,59 ^d	67,56 ^f	33,44 ^c
	LP+LB	64,29 ^d	98,46 ^a	9,83 ^g	3,68 ^d	1,54 ^f	69,39 ^d	28,35 ^g
	LB	65,32 ^c	98,46 ^a	10,00 ^f	3,66 ^d	1,54 ^f	68,75 ^{de}	29,54 ^g
%70 KM	Kontrol	70,58 ^b	98,43 ^{bc}	10,31 ^e	4,07 ^b	1,57 ^{de}	71,39 ^c	31,00 ^{ef}
	%2 Üre	70,03 ^b	98,38 ^d	12,57 ^a	4,04 ^b	1,62 ^c	68,44 ^{ef}	37,23 ^a
	LP+LB	70,41 ^b	98,45 ^{ab}	10,62 ^d	4,01 ^b	1,55 ^{ef}	71,36 ^c	31,78 ^{de}
	LB	70,40 ^b	98,44 ^b	10,70 ^d	4,04 ^b	1,56 ^e	72,78 ^b	31,18 ^e
%75 KM	Kontrol	75,09 ^a	98,35 ^{de}	9,89 ^{fg}	4,21 ^a	1,65 ^{bc}	74,61 ^a	32,98 ^{cd}
	%2 Üre	75,39 ^a	98,31 ^f	12,17 ^c	4,18 ^a	1,69 ^a	70,74 ^c	35,64 ^b
	LP+LB	75,43 ^a	98,36 ^{de}	9,77 ^g	4,19 ^a	1,64 ^{bc}	74,13 ^a	32,32 ^{cde}
	LB	75,25 ^a	98,34 ^e	9,79 ^g	4,18 ^a	1,66 ^b	74,07 ^a	31,79 ^{de}
SH	0,180	0,537	0,067	0,023	0,017	0,216	0,339	
İÖD	*	*	*	*	*	*	*	

a-g: Aynı sütun da aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05*); ÖD: Önemli Değil (P>0,05; P>0,01); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi; LP: *Lactobacillus plantarum*; LB: *Lactobacillus buchneri*; KM: Kuru madde; OM: Organik maddeler; HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HK: Ham kül; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat

Çizelge 4.5. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın hücre duvarı bileşenleri, %

Kuru madde		Nötr deterjan lif, (NDF)	Asit deterjan lif, (ADF)	Asit deterjan lignin, (ADL)
%65 KM		12,78 ^c	3,26 ^c	1,25 ^c
%70 KM		13,97 ^b	3,60 ^b	1,30 ^b
%75 KM		15,10 ^a	4,11 ^a	1,43 ^a
<i>SH</i>		0,091	0,016	0,003
<i>İÖD</i>		*	*	**
Uygulamalar				
Kontrol		14,55 ^a	3,69 ^a	1,32 ^a
%2 Üre		13,82 ^{bc}	3,56 ^b	1,33 ^a
LP+LB		13,92 ^b	3,70 ^a	1,32 ^a
LB		13,52 ^c	3,67 ^a	1,33 ^a
<i>SH</i>		0,112	0,021	0,004
<i>İÖD</i>		*	*	ÖD
%65 KM	Kontrol	13,07 ^{fg}	3,28 ^e	1,24 ^c
	%2 Üre	12,18 ^h	3,19 ^e	1,25 ^c
	LP+LB	13,08 ^{fg}	3,30 ^e	1,24 ^c
	LB	12,79 ^{gh}	3,24 ^e	1,25 ^c
%70 KM	Kontrol	14,61 ^c	3,64 ^c	1,29 ^b
	%2 Üre	13,90 ^{de}	3,48 ^d	1,30 ^b
	LP+LB	13,98 ^{de}	3,61 ^{cd}	1,31 ^b
	LB	13,40 ^{ef}	3,66 ^c	1,32 ^b
%75 KM	Kontrol	15,95 ^a	4,13 ^{ab}	1,44 ^a
	%2 Üre	15,38 ^{ab}	4,01 ^b	1,45 ^a
	LP+LB	14,71 ^{bc}	4,19 ^a	1,42 ^a
	LB	14,37 ^{cd}	4,11 ^{ab}	1,43 ^a
<i>SH</i>		0,158	0,029	0,006
<i>İÖD</i>		*	*	**

a-h: Aynı sütun da aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05*; P<0,01**); ÖD: Önemli Değil (P>0,05; P>0,01); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi LP: *Lactobacillus plantarum*; LB: *Lactobacillus buchneri* NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif; ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin

Farklı katkı maddeleri ile farklı KM'de silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) silolanması besin madde bileşimlerini önemli düzeyde etkilemiştir (P<0,05; P<0,01). Yüksek nemli dane mısır silajlarının KM düzeyleri deneme gruplarına göre %64,29 ile %75,43 arasında değişmiştir. Silajların KM'si üzerine uygulamaların (Kontrol, %2 Üre, LP+LB ve LB) önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (P>0.05; P>0.01). Kuru madde ve uygulamaların interaksiyon

etkileri ise önemli bulunmuştur ($P<0,05$; $P<0,01$). En yüksek KM %75,43 ile %75 KM grubu ve LP+PB uygulama grubunda bulunmuştur. Araştırmada saptanan KM içeriği Ferraretto vd. (2014)'nın bildirdikleri %71,9-73,5 ve Kung vd. (2018)'nin %70-75 ve Basso vd. (2012)'nin bildirdikleri %65.4 sonuçlarla benzer bulunmuştur. Da Silva vd. (2018)'nin bildirdikleri değerlerden (%62.8-63.9) ise daha yüksek bulunmuştur.

Farklı katkı maddeleri ile farklı kuru maddede (%65, 70 ve 75) silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin HP içeriği önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$; $P<0,01$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının HP içerikleri %9,51 ile %12,57 arasında değişmiştir. En yüksek HP (%12,57) %70 KM grubu %2 üreli YNDMS'da saptanmıştır. Uygulamaların HP içeriği %9,90-12,37 arasında değişmiştir. En yüksek HP %2 üreli grupta saptanmıştır ($P<0,05$). Kuru madde ve uygulamaların interaksiyon etkileri de önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajına üre ilavesi azot kaynağı olması (Soderholm vd. 1988; Canbolat vd. 2014; Karabulut ve Filya 2020) nedeniyle katıldığı deneme gruplarında HP içeriğin artırmıştır. Yüksek nemli dane mısır silajı üre ilavesinin HP içeriğini artırması Soderholm vd. (1988) (%13,4-14,9), Calixto vd. (2017)'nin (%11,2) bildirmiş oldukları sonuçlarla da desteklenmektedir. Üre ilavesinin HP düzeyine etkisi Soderholm vd. (1988)'nin bildirdikleri değerlerden düşük, Calixto vd. (2017)'nin bildirdikleri değerlerden ise daha yüksek bulunmuştur. Ham protein miktarına LP+LB ve LB ilavesinin de HP düzeyini artırdığı saptanmıştır.

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS'nin nişasta içeriği %67,56 ile %74,61 arasında değişmiş ve elde edilen veriler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Farklı KM düzeyinin artışına bağlı olarak nişasta içeriği artmıştır. En yüksek %75 KM'de bulunmuştur (%73,39). Farklı uygulamaların nişasta düzeyine etkisi incelendiğinde ise %68,92 ile %2 üre içeren grupta en düşük saptanmıştır ($P<0,05$). Üre ilavesi yüksek nemli dane mısır silajlarının protein içeriğini arttırmış, nişasta içeriğini düşürmüştür. Mısır silajının nişasta içeriği üzerine LP+LB ile LB'nin etkisi ise kontrol grubu ile benzer bulunmuştur. Laktik asit bakteri ilavesi YNDMS'nin nişasta içeriğine etkisi sınırlı

düzeyde olmuştur. Kuru madde ve uygulamaların interaksiyon etkileri ise önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek %75 KM x kontrol grubunda (%74,61), en düşük ise %67,56 ile %65 KM x %2 üre ilave edilen grupta saptanmıştır. Araştırmada saptanan nişasta içeriği Kung ve ark (2014)'nın bildirmiş olduğu %74,72 ile Júnior vd. (2014)'nın bildirmiş oldukları %74,69'dan düşük, Calixto vd. (2017)'nin bildirmiş oldukları %63,58-68,44 yüksek bulunmuştur. Nişasta içeriği Ferraretto vd. (2014)'nin bildirmiş oldukları %69,2 ile benzer bulunmuştur. Araştırmalar arası nişasta ve protein değerlerindeki farklılıkların mısır çeşidi ve yetiştirme koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS'nin SÇK içeriği 28,35 ile 34,23 g/kg KM arasında değişmiş ve deneme grupları arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0,05$). %65, 70 ve 75 KM'de hasta edilmiş YNDMS'nin SÇK içeriği sırasıyla; 30,25, 32,75 ve 33,16 g/kg KM olmuş ve %65 de düşük saptanmıştır. Farklı uygulamaların SÇK düzeyine etkisi incelendiğinde ise 35,44 g/kg KM ile %2 üre içeren grupta en düşük saptanmıştır ($P<0,05$). Buna karşın LP+LB ve LB ilave edilen gruplarda ise sırasıyla; 30,76 ve 30,83 g/kg KM ile düşük saptanmıştır. Laktik asit bakteri inokulantı katılan deneme gruplarında SÇK içeriğinin düşük çıkması bakterilerin SÇK'ı büyük oranda uçucu yağ asitlerine dönüştürmesi ile açıklanabilir (Çizelge 4.7.). Silajların SÇK içerikleri KM düzeyinin artışına bağlı olarak artmıştır. Bu artışın muhtemel nedeninin KM düzeyi artışı ile LAB sayısının azalması ile açıklanabilir (Çizelge 4.6.). Araştırmada saptanan SÇK içeriği YNDMS'na farklı dozlarda LB kullanan Kung vd. (2001)'nin bildirmiş olduğu %5,96-7,75'den daha düşük saptanmıştır. Kung vd. (2007)'nin YNDMS'nin aerobik stabilitesini artırmak için LB kullandığı demende bildirdikleri %1,35 SÇK'dan ise yüksek bulunmuştur.

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS'nin hücre duvarı bileşenleri KM ve katkı maddesi uygulamaları tarafından önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,05$; $P<0,01$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının NDF, ADF ve ADL içerikleri sırasıyla; %12,18-15,95, %3,19-4,19 ve %1,25-1,45 arasında değişmiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarının hasat zamanının gecikmesi ya da

KM düzeyinin artması hücre duvarı bileşenlerini (NDF, ADF ve ADL) artırmış ve en yüksek %75 KM grubunda %15,10, %4,11 ve %1,43 olarak bulunmuştur. %65 KM grubunda ise aynı parametreler en düşük bulunmuştur. Katkı maddeleri uygulamasının YNDMS'nin NDF içeriğini önemli düzeyde düşürmüş, ADF ve ADL içeriğini %2 üre dozu dışında etkilememiştir ($P<0,05$). Asit deterjan lignin içeriği ise kimyasal uygulamalardan etkilenmemiştir ($P>0,05$). Hücre duvarına uygulanan kimyasalların silo ortamında mikrobiyal fermantasyonu artırarak (Çizelge 4.6.) hücre duvarlarının sindiriminden kaynaklandığı söylenebilir (Clark ve Harshbarger 1972; Basso vd. 2012; Ferraretto vd. 2014; Calixto vd. 2017). Araştırmada saptanan NDF ve ADF miktarı Junior vd. (2014)'nın sırasıyla bildirmiş oldukları %13,74 ve %3,13 ile benzer saptanırken, Clark ve Harshbarger (1972), Basso vd. (2012), Ferraretto vd. (2014) ve Calixto vd. (2017)'nin bildirmiş oldukları değerlerden yüksek saptanmıştır. Araştırmada saptanan hücre duvarı bileşenlerinin yapılan diğer araştırmalardan farklı olmasının mısır çeşidi farklılığından kaynaklanmış olacağı söylenebilir.

4.3. Farklı Kuru Madde ve Katkı Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nin Mikrobiyolojik ve Fermantasyon Özellikleri

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin mikrobiyolojik özellikleri saptanmış ve Çizelge 4.6.'da, silaj fermantasyon özellikleri ise Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır (YNDM)'in silolanması, silajların mikrobiyolojik özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının laktik asit bakteri (LAB) sayıları deneme gruplarına göre 6,35 ile 9,64 \log_{10} cfu g^{-1} TM olarak bulunmuştur. Farklı KM'de silolamak LAB içeriğini önemli düzeyde etkilemiş ve %65 KM'de de (SÇK içeriği yüksek: Çizelge 4.1.) 8,65 \log_{10} cfu g^{-1} TM ile en yüksek saptanmıştır. Bunu %70 ve %75 KM düzeyleri izlemiştir. Farklı kimyasal uygulamaların etkisi incelendiğinde ise en yüksek LAB sayısı 9,53 \log_{10} cfu g^{-1} TM ile LP+LB deneme grubunda bulunmuştur. En düşük ise 6,69 \log_{10} cfu g^{-1} TM ile %2 üreli deneme grubunda bulunmuştur. Kuru madde ve uygulamaların

interaksiyon etkileri de önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek KM 9,64 \log_{10} cfu g^{-1} TM ile LP+LB deneme gruplarında bulunurken, bunu LB, kontrol ve %2 üre grupları izlemiştir.

Çizelge 4.6. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin mikrobiyolojik özellikleri, \log_{10} cfu g^{-1} TM

Kuru madde		LAB, \log_{10} cfu g^{-1} TM	Maya, \log_{10} cfu g^{-1} TM	Küf, \log_{10} cfu g^{-1} TM
%65 KM		8,65 ^a	3,22 ^a	0,92 ^a
%70 KM		8,43 ^{ab}	2,72 ^b	0,85 ^a
%75 KM		8,03 ^b	2,67 ^b	0,83 ^a
<i>SH</i>		0,141	0,053	0,157
<i>İÖD</i>		*	*	*
Uygulamalar				
Kontrol		8,36 ^c	3,42 ^a	1,55 ^a
%2 Üre		6,69 ^d	1,74 ^c	0,67 ^b
LP+LB		9,53 ^a	3,11 ^b	0,68 ^b
LB		8,90 ^b	3,20 ^b	0,56 ^b
<i>SH</i>		0,173	0,067	0,192
<i>İÖD</i>		*	*	*
%65 KM	Kontrol	8,98 ^{abc}	4,26 ^a	2,34 ^a
	%2 Üre	7,16 ^{ef}	3,32 ^b	0,66 ^{bc}
	LP+LB	9,58 ^a	3,34 ^b	0,34 ^c
	LB	8,89 ^{abc}	3,34 ^b	0,33 ^c
%70 KM	Kontrol	8,47 ^{cd}	2,98 ^{bc}	1,65 ^{ab}
	%2 Üre	6,57 ^f	1,69 ^d	0,68 ^{bc}
	LP+LB	9,64 ^a	2,83 ^c	0,67 ^{bc}
	LB	9,06 ^{abc}	3,17 ^{bc}	0,34 ^c
%75 KM	Kontrol	7,64 ^{de}	3,00 ^{bc}	0,67 ^{bc}
	%2 Üre	6,35 ^f	1,57 ^d	0,68 ^{bc}
	LP+LB	9,38 ^{ab}	3,21 ^b	0,99 ^{bc}
	LB	8,78 ^{bc}	3,09 ^{bc}	1,01 ^{bc}
<i>SH</i>		0,245	0,098	0,272
<i>İÖD</i>		*	*	*

a-f: Aynı sütun da aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir ($P<0,05^*$); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi; LP: *Lactobacillus plantarum*; LB: *Lactobacillus buchneri*; LAB: Laktik asit bakterileri; TM: Taze materyal

Çizelge 4.7. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın silaj fermentasyon özellikleri

Kuru madde	pH	LA ¹	AA ¹	PA ¹	BA ¹	Etanol ¹	NH ₃ N ²	
%65 KM	4,63 ^c	61,27 ^a	13,03 ^a	2,59 ^a	0,59 ^b	14,20 ^a	11,74 ^a	
%70 KM	5,16 ^b	58,43 ^b	13,04 ^a	2,26 ^b	0,65 ^a	13,61 ^b	10,89 ^b	
%75 KM	5,59 ^a	54,24 ^c	12,77 ^a	2,12 ^c	0,52 ^c	13,18 ^b	10,46 ^c	
SH	0,034	0,247	0,153	0,013	0,012	0,150	0,116	
İÖD	*	*	ÖD	*	*	*	*	
Uygulamalar								
Kontrol	4,95 ^b	55,29 ^c	12,75 ^b	2,38 ^b	0,57 ^b	14,68 ^a	10,05 ^b	
%2 Üre	6,78 ^b	48,73 ^d	15,32 ^a	1,56 ^c	0,75 ^a	11,46 ^c	14,90 ^a	
LP+LB	4,39 ^c	65,14 ^a	12,09 ^c	2,69 ^a	0,48 ^c	14,03 ^b	9,29 ^c	
LB	4,41 ^c	62,77 ^b	11,63 ^c	2,65 ^a	0,54 ^b	14,48 ^{ab}	9,89 ^b	
SH	0,041	0,323	0,209	0,016	0,014	0,183	0,142	
İÖD	*	*	*	*	*	*	*	
%65 KM	Kontrol	4,32 ^e	58,53 ^d	12,64 ^{de}	2,68 ^c	0,63 ^{bc}	15,12 ^a	10,90 ^b
	%2 Üre	5,65 ^b	52,52 ^e	15,22 ^{ab}	1,85 ^h	0,69 ^b	12,47 ^{ef}	15,03 ^a
	LP+LB	4,25 ^e	68,29 ^a	12,27 ^e	3,03 ^a	0,47 ^{efg}	14,17 ^{abcd}	10,16 ^{bc}
	LB	4,30 ^e	65,76 ^b	11,99 ^e	2,83 ^b	0,55 ^{cde}	15,06 ^{ab}	10,85 ^b
%70 KM	Kontrol	4,92 ^c	53,74 ^e	13,38 ^{cd}	2,31 ^f	0,63 ^{bc}	13,88 ^{cd}	9,94 ^{cd}
	%2 Üre	7,22 ^a	49,35 ^f	14,43 ^{bc}	1,49 ⁱ	0,84 ^a	11,64 ^f	15,16 ^a
	LP+LB	4,23 ^e	65,76 ^b	12,30 ^e	2,58 ^d	0,56 ^{cd}	14,54 ^{abc}	8,91 ^e
	LB	4,27 ^e	64,67 ^b	12,04 ^e	2,65 ^{cd}	0,57 ^{cd}	14,40 ^{abcd}	9,57 ^{cde}
%75 KM	Kontrol	5,61 ^b	53,59 ^e	12,23 ^e	2,17 ^g	0,47 ^{efg}	15,06 ^a	9,31 ^{de}
	%2 Üre	7,45 ^a	44,31 ^g	16,29 ^a	1,33 ^j	0,70 ^b	10,28 ^g	14,50 ^a
	LP+LB	4,63 ^d	61,16 ^c	11,71 ^{ef}	2,48 ^e	0,41 ^g	13,39 ^{de}	8,79 ^e
	LB	4,69 ^{cd}	57,87 ^d	10,85 ^f	2,47 ^e	0,51 ^{def}	13,99 ^{bcd}	9,26 ^{de}
SH	0,058	0,427	0,287	0,022	0,200	0,259	0,201	
İÖD	*	*	*	*	*	*	*	

a-j: Aynı sütun da aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05*); ÖD: Önemli Değil (P>0,05; P>0,01); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi; LP: *Lactobacillus plantarum*; LB: *Lactobacillus buchneri*

¹ LA: Laktik asit; AA: Asetik asit; PA: Propiyonik asit; BA: Butirik asit, etanol (g/kg KM); KM: Kuru madde ²Amonyak azotu (NH₃N) g/kg Toplam Azot (TA)

%2 üreli gruplarda LAB sayısının düşmesi ürenin antimikrobiyal özelliğinden kaynaklandığı söylenebilir (McDonald vd. 1991; Filya vd. 2004). Heidker vd. (1985)'ı ürenin silo ortamında LAB sayısını artırdığı görüşü ile farklı bulunmuştur. Bu durum denemede kullanılan ürün (YNDM) farklılığından kaynaklanmış olabilir. Araştırmada saptanan LAB sayısı Kung vd. (2014)'nın bildirmiş oldukları 7,95 log cfu g⁻¹ ile benzer bulunurken, Agma Okur vd. (2022)'nin bildirmiş oldukları 2,723 ve 4,303 log cfu g⁻¹ daha yüksek saptanmıştır.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS'nin maya ve küf sayısını önemli düzeyde etkilemiş ve düşürmüştür ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının maya sayıları; 1,57 ile 4,26 \log_{10} cfu g^{-1} TM arasında değişmiştir. En yüksek maya sayısı 4,26 \log_{10} cfu g^{-1} TM ile %65 KM kontrol uygulama grubunda saptanmıştır. Yüksek nemli dane mısır silajlarına üre, LP+LB ve LB uygulaması maya miktarını önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0,05$). Silajların KM düzeylerinin maya sayısına etkisi önemli bulunmuş ve KM oranı arttıkça maya sayısı önemli düzeyde düşmüştür ($P<0,05$). Farklı kimyasal uygulamaları maya sayısı üzerine etkisi incelendiğinde ise uygulamalar maya sayısını düşürmüş ve en etkili uygulama %2 üre grubu (1,74 \log_{10} cfu g^{-1} TM) olmuştur. Bunu LB, LP+LB ve kontrol grubu izlemiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarının küf sayıları 0,33 ile 2,34 \log_{10} cfu g^{-1} TM arasında değişmiştir. Silajların farklı KM'de analiz edilmeleri küf sayısını etkilememiştir. Buna karşın üre, LP+LB ve LB ilavesi küf üretimini düşürmüştür. Araştırmadan elde edilen bulgular LAB fermantasyon ürünlerinin (laktik asit, asetik asit) silajlardaki maya ve küf gelişimini önlediğini bildiren Driehuis vd. (1999), Weinberg vd. (2002), Filya vd. (2006) ve Kung vd. (2017)'nin bildirdikleri sonuçlarla benzer bulunmuştur. Aynı şekilde ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında maya ve küf gelişimini engellediğini bildiren McDonald vd. (1991), Filya vd. (2004), Canbolat vd. (2014) ve Calixto vd. (2017)'nin bulguları ile benzer saptanmıştır.

Araştırmada saptanan maya miktarı Basso vd. (2012)'nin bildirmiş oldukları 1,341-6,700 \log_{10} cfu/g ile Kung vd. (2014)'nin bildirmiş oldukları 3,55 \log_{10} cfu/g aynı sınırlar içerisinde, Hoffman vd. (2011)'nin bildirmiş oldukları 8,85 \log_{10} cfu/g'dan düşük bulunmuştur. Yüksek nemli dane mısır silajlarının küf içeriği ise Kung vd. (2014)'nin bildirmiş oldukları 3,76 \log_{10} cfu/g'dan düşük saptanmıştır.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS'nin pH'sı önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının pH'sı deneme gruplarına göre 4,23 ile 7,45 arasında değişmiştir. Silaj pH'sı üzerine KM düzeyinin etkisi incelendiğinde en yüksek pH %75 KM içeriğine sahip

YNDMS’ında, en düşük ise %65 KM’de ki YNDMS’da bulunmuştur. Farklı katkı maddesi uygulamalarının pH üzerine etkisi incelendiğinde ise en yüksek pH azot kaynağı olarak kullanılan %2 ürelı grupta, en düşük ise LP+LB ve LB içeren YNDMS’ı gruplarında saptanmıştır. Üre ilavesini silajların pH düzeylerini artırması Canbola vd. (2014)’nın nar posasında saptadıkları sonuçlarla bezer bulunmuştur. Silaja LAB ilavesi silo ortamında laktik, asetik, propiyonik ve butirik asit üretimine neden olarak (Woolford, 1999; Rooke ve Hatfield 2003; Stefanie vd. 2011; Kung vd. 2017; Kung vd. 2018) silo ortamında pH’nın düşmesine neden olmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlarda bu durumu destekler nitelikte bulunmuştur. Araştırmada saptanan pH değeri bulguları Ferraretto vd. (2014) ve Agma Okur vd. (2022)’nin bulguları ile uyumlu, Hoffman ve ark (2011)’nin sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Silaj için uygun pH değeri silo materyaline bağılı olarak 3.8-5.0 arasında değıştiğı bildirilmektedir (Woolford, 1999; Pahlow vd. 2003; Stefanie vd. 2011). Araştırmada üre katılan gruplarda pH değeri 6.78 seviyelerinde ölçülmüştür. Üre silajların silaj için uygun olan pH seviyesini olumsuz etkilemiştir. Soderholm vd. (1988)’nin üre ve melas ilavesi ile yaptıkları YNDMS’larında pH değerini 6.46-8.51 aralığında bildirmişler ve bu değerler araştırma sonuçları ile uyum içinde bulunmuştur.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS’nın laktik asit (LA) düzeyini önemli düzeyde etkilemiş ($P<0,05$) ve YNDMS’nın LA içerikleri deneme gruplarına göre 44,31 ile 68,29 g/kg KM arasında değışmiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarının KM düzeyi LA içeriğini etkilemiş ve en yüksek laktik asit 61,27 g/kg KM ile %65 KM grubunda, en düşük ise 54,24 g/kg KM ile %75 KM içeren grupta saptanmıştır. Kuru madde düzeyinin arması LA içeriğini düşürmüştür. Bu durum muhtemelen %65 KM’de YNDM’ın daha fazla SÇK (Çizelge 4.1.) içermesinin bir sonucu olarak LAB’nin daha fazla LA üretmesine bağlanabilir.

Farklı katkı maddesi uygulamalarının LA üzerine etkisi incelendiğinde ise en yüksek LA üretimi 65,14 g/kg KM ile LP+LB grubunda bulunmuş, en düşük ise 48,73 g/kg KM ile %2 ürelı grupta saptanmıştır. Yüksek nemli dane mısır

silajlarının LAB ilavesi silajların laktik asit üretimini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0,05$). Araştırmada saptanan LA düzeyi YNDMS ile çalışan Basso ve ark (2012)'nin bildirmiş oldukları 31,1-39,0 g/kg KM yüksek saptanmıştır. Bu durum silo ortamında kullanılan silo katkı madde ve mısır çeşidinden kaynaklandığı söylenebilir. Silo ortamına LAB ilavesinin LA üretimini artırdığı yapılan birçok çalışmada ortaya konmuştur (McDonald vd.1991; Taylor ve Kung 2002; Muck, 2010; Filya vd. 2004; Calixto vd. 2017; Da Silva vd. 2018). Araştırma bulguları da yukarıda bahsedilen araştırmacıların yorumları ile benze bulunmuştur.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolanan YNDMS'nın asetik asit (AA) düzeyini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Asetik asit içerikleri deneme gruplarına göre 10,851 ile 16,29 g/kg KM arasında değişmiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarının KM düzeyi AA içeriğine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Asetik asit üzerine farklı katkıların etkileri ise önemli bulunmuş ($P<0,05$) ve en yüksek AA 15,32 g/kg ile %2 üre'li uygulama grubunda bulunmuştur. Bunu kontrol, LP+LB ve LB uygulaması izlemiştir. Üre uygulaması AA oranını artırması silaj pH'sını artırarak (Çizelge 4.6.) silo ortamında AA üreten LAB kültürlerinin gelişimi ile açıklanabilir (Soderholm vd. 1988; Driehuis vd. 1999; Weinberg vd. 2002; Filya vd. 2006; Canbolat vd. 2014). Araştırmada saptanan AA düzeyi Basso vd. (2012)'nin farklı seviyelerde *Lactobacillus buchneri* (LB) kullanarak saptadıkları 3,4-4,2 g/kg KM'den daha yüksek saptanmıştır.

Farklı KM ve katkı maddesi uygulamaları YNDMS'nın PA üzerine etki etmiştir ($P<0,05$). Kuru madde ve uygulamaların interaksiyon etkileri de önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek PA 3,03 g/kg KM %65 KM grubu ve LP+PB uygulama grubunda bulunmuştur. En düşük ise 1,33 g/kg KM ile %75 KM grubu ve %2 üreli grupta saptanmıştır. Propiyonik asit üretimi üzerine KM düzeyi etkili olmuş ve KM düzeyi artması PA miktarını düşürmüştür ($P<0,05$). Katkı maddesi uygulaması ise PA üretimini etkilemiş ve %2 üre'li grupta 1,56 g/kg KM ile düşük saptanmıştır. En yüksek ise kontrol grubunda bulunmuştur. Araştırmada saptanan

PA miktarı Basso ve ark (2012)'nin bildirdikleri 0,1-0,3 g/kg KM ile Biro vd. (2006)'nin bildirdikleri 0,2 g/kg KM'den daha yüksek saptanmıştır.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS'nin BA içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının BA üzerine KM ve farklı katkı madde interaksiyon önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek BA 0,84 g/kg KM ile %70 KM ve %2 üreli deneme grubunda, en düşük ise 0,41 g/kg KM ile %75 KM ve LP+LB deneme grubunda saptanmıştır. Farklı katkı maddesi uygulamalarının BA üzerine etkisi incelendiğinde ise en yüksek BA 0,75 g/kg KM ile %2 üre'li grupta, en düşük ise LP+LB silaj grubunda bulunmuştur. Silajların BA içeriği üzerine KM düzeyinin etkisi incelendiğinde en yüksek BA %70 KM içeriğine sahip YNDMS'mıda, en düşük ise %70 KM'de ki YNDMS'da bulunmuştur. Araştırma sonucu incelendiğinde BA miktarı LAB inokulantları kullanılan gruplarda, üre ve kontrol grubuna göre düşük saptanmıştır. Silajlara LAB kültürlerinin ilavesi silo ortamında LA ve AA miktarını artırmış ve pH'yı düşürmüştür (Çizelge 4.6.). Bu durum silo ortamında BA üreten bakteri sayılarını sınırlayarak BA miktarını düşürmüştür (Woolford 1984; McDonald vd. 1991; Soderholm vd. 1988; McDonald vd.1991; Calixto vd. 2017). Silaj ortamına üre ilavesi silaj pH'sını artırarak siloda BA üreten bakterilerin gelişimine yol açmaktadır. Bu durum araştırmada da benzer etki göstererek YNDMS'nin BA içeriğini artırmıştır (Soderholm vd. 1988; McDonald vd.1991; Filya, 2001; Canbolat vd. 2014; Calixto vd. 2017).

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS'nin etanol içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının etanol içeriği üzerine KM ve farklı katkı madde interaksiyon önemli bulunmuştur ($P<0,05$) ve 10,28 ile 15,12 g/kg KM arasında değişmiştir. En düşük etanol 10,28 g/kg KM ile %75 KM ve %2 üre'li grupta, en yüksek ise 15,12 g/kg KM ile %65 KM ve kontrol grubunda saptanmıştır. Yüksek nemli dane mısır silajı etanol düzeyi KM düzeyinden etkilenmiş ve %65 KM'de yüksek saptanmış, %70 ve %75 KM'de aynı bulunmuştur. Durum farklı katkı madde kullanımı açısından değerlendirildiğinde etanol içeriği en yüksek 14,68 g/kg KM ile kontrol grubunda,

en düşük ise 11,46 g/kg KM ile %2 üre'li grupta bulunmuştur. Bunu LAB inokulantı içeren silaj grupları izlemiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarına katkı madde ilavesi etanol içeriğini öneli düzeyde düşürmüştür. En etkili olan kimyasal uygulama ise üre olmuştur. Bunu LP+LB ve LB inokulant grupları izlemiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarında saptanan etanol düzeyi Da Silva vd. (2018)'ının LB ve LP+*Pediococcus acidilactici* kullanarak siloladıkları YNDMS sonucu için bildirmiş oldukları 2,93-6,76 g/kg KM'dan yüksek saptanmıştır. Aynı şekilde araştırma etanol içeriği Junges vd. (2017)'nin bildirdiği %0,56, Kung vd. (2014) bildirdiği %0,79 ve Kung vd. (2018b)'ının bildirmiş olduğu %0,2-2,0 etanol düzeylerinden de yüksek saptanmıştır. Bu durum muhtemelen silo materyali ve katkı madde farklılığından kaynaklanmış olacağı söylenebilir.

Farklı katkı maddeleri ile farklı kuru maddede (%65, 70 ve 75) silolanmış YNDMS'nin amonyak azotu (NH₃N) içeriği önemli düzeyde etkilenmiştir (P<0,05). Yüksek nemli dane mısır silajlarının NH₃N içerikleri 13,18 ile 14,20 g/kg Toplam Azot (TA) arasında değişmiştir. En yüksek NH₃N 14,20 g/kg TA ile %65 KM grubunda saptanmış, bunu %70 ve %75 KM grupları izlemiştir (P<0,05). Farklı katkı maddeleri uygulamaların NH₃N içeriğinin %9,29 ile 14,90 g/kg TA arasında değişmiştir. En yüksek NH₃N %2 üreli grupta saptanmıştır (P<0,05). Kuru madde ve farklı katkı madde uygulamaların NH₃N üzerine interaksiyon etkileri de önemli bulunmuş (P<0,05) ve YNDMS'nin NH₃N içerikleri 8,79 ile 15,03 g/kg TA arasında değişmiştir. En yüksek NH₃N %15,03 g/kg TA ile %65 KM grubu %2 üreli YNDMS'da saptanmıştır (P<0,05). Yüksek nemli dane mısır silajlarının üre ilavesi NH₃N artırmış, LAB inokulantları ise düşürmüştür. Araştırmada üre kullanımının NH₃N artırması silo ortamında LAB, maya ve küflerin fermentasyonu sonucu parçalanmadan kaynaklandığı bildirilmektedir. Bu durum Canbolat vd. (2014) ile Calixto vd. (2017)'nin yapmış oldukları çalışmalarda da belirtilmiştir. Araştırmada saptanan NH₃N Ferraretto vd. (2014)'nin HP'nin %'desi olarak bildirdikleri %26,5-28,6'dan düşük saptanmıştır. Aynı şekilde YNDMS'na üre ilave eden Soderholm vd. (1988)'nin bildirmiş oldukları 24,9-32,4 g/kg TA'tan düşük bulunmuştur. Araştırma NH₃N sonuçları Heidker vd. (1985)'nin üre kullanımı ile saptadıkları 0,4-31,4 g/kg TA

sonuçları içerisinde bulunmuştur. Üre uygulaması NH_3N 'nu en fazla etkileyen kimyasal uygulama olmuş, bunu LP+LB ve LB grupları izlemiştir. Laktik asit bakteri ilavesinin silajlarda NH_3N 'nu düşürdüğü Taylor ve Kung, (2002), Hoffman vd. (2011), Kung vd. (2018) ile Da Silva vd. (2018)'da yapmış oldukları çalışmalarla da ortaya konmuştur. Araştırma bulguları da yapılan çalışmalarla benzer bulunmuştur.

4.4. Farklı Kuru Madde ve Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nın Aerobik Stabilite Özellikleri

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın aerobik stabilite özellikleri saptanmış ve Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS denem sonunda açılmış ve 5 gün süre ile aerobik ortama maruz bırakılmıştır. Bu süre sonunda silo ortamında pH, maya ve küf düzeyleri ile karbondioksit (CO_2) miktarları saptanmıştır. Yüksek nemli mısır silajının aerobik ortamda pH'ları, maya ve küf sayıları önemli düzeyde etkilenmiş ($P<0,05$) ve silajların açıldığı zamana göre yükselmiştir (Çizelge 4.7.). Yüksek nemli dane mısır silajlarının aerobik stabilite testi süresi sonunda pH'sı deneme gruplarına göre 4,36 ile 7,82 arasında değişmiştir. Silaj pH'sı üzerine KM düzeyinin etkisi incelendiğinde ise en yüksek 6,05 pH ile %75 KM içeriğine sahip YNDMS'nıda, en düşük ise 4.85 pH ile %65 KM'de ki YNDMS'da bulunmuştur. Farklı katkı maddesi uygulamalarının pH üzerine etkisi incelendiğinde ise en yüksek 7,24 pH ile azot kaynağı olarak kullanılan %2 üreli grupta, en düşük ise LP+LB ve LB içeren YNDMS'ı gruplarında saptanmıştır ($P<0,05$). Üre ilavesini silajların pH düzeylerini artırması Canbolat vd. (2014)'nın nar posasında saptadıkları sonuçlarla bezer bulunmuştur.

Çizelge 4. 8. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)’nın aerobik stabilite özellikleri

Kuru madde	pH	Maya, log ₁₀ cfu g ⁻¹ TM	Küf, log ₁₀ cfu g ⁻¹ TM	CO ₂ g/kg KM	
%65 KM	6,05 ^a	5,58 ^a	1,58 ^a	31,37 ^a	
%70 KM	5,61 ^b	5,04 ^b	1,67 ^a	27,52 ^b	
%75 KM	4,85 ^c	3,74 ^c	1,58 ^a	23,63 ^c	
<i>SH</i>	0,017	0,096	0,147	0,255	
<i>İÖD</i>	*	*	<i>ÖD</i>	*	
Uygulamalar					
Kontrol	5,75 ^b	5,24 ^a	2,33 ^a	28,37 ^b	
%2 Üre	7,24 ^a	5,25 ^a	1,22 ^b	37,71 ^a	
LP+LB	4,48 ^c	4,29 ^b	1,33 ^b	20,98 ^d	
LB	4,54 ^c	4,39 ^b	1,55 ^b	22,98 ^c	
<i>SH</i>	0,021	0,117	0,180	0,312	
<i>İÖD</i>	*	*	*	*	
%65 KM	Kontrol	4,51 ^f	5,94 ^{ab}	2,33 ^a	33,61 ^c
	%2 Üre	6,10 ^c	6,13 ^a	1,00 ^b	41,20 ^a
	LP+LB	4,37 ^g	5,04 ^{cde}	1,33 ^{ab}	24,77 ^{ef}
	LB	4,43 ^{fg}	5,22 ^{cd}	1,67 ^{ab}	25,91 ^e
%70 KM	Kontrol	5,89 ^d	5,33 ^{bcd}	2,33 ^a	28,89 ^d
	%2 Üre	7,81 ^a	5,57 ^{abc}	1,33 ^{ab}	37,36 ^b
	LP+LB	4,37 ^g	4,53 ^{ef}	1,33 ^{ab}	20,73 ^h
	LB	4,36 ^g	4,76 ^{def}	1,67 ^{ab}	23,11 ^{fg}
%75 KM	Kontrol	6,85 ^b	4,23 ^f	2,33 ^a	22,61 ^g
	%2 Üre	7,82 ^a	4,28 ^f	1,33 ^{ab}	34,56 ^c
	LP+LB	4,71 ^e	3,09 ^g	1,33 ^{ab}	17,43 ⁱ
	LB	4,83 ^e	3,36 ^g	1,33 ^{ab}	19,90 ^h
<i>SH</i>	0,028	0,166	0,225	0,442	
<i>İÖD</i>	*	*	*	*	

a-1: Aynı sütun da aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05*); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi; ÖD: Önemli Değil (P>0,05; P>0,01); LP: *Lactobacillus plantarum*; LB: *Lactobacillus buchneri*; CO₂: Karbondioksit; TM: Taze materyal; KM: Kuru madde

Yüksek nemli dane mısıra LAB ilavesi silo ortamında laktik, asetik ve propiyonik asit üretimine neden olarak (Woolford, 1999; Rooke ve Hatfield 2003; Stefanie vd. 2011; Kung vd. 2018) silo ortamında pH'nın düşmesine, bununda aerobik ortamda pH'nın düşük gerçekleşmesine neden olmuştur. Araştırmada saptanan pH değeri bulguları Ferraretto vd. (2014) ve Agma Okur vd. (2022)'nin bulguları ile

uyumlu, Hoffman ve ark (2011)'nin sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Araştırmamızda üre katılan gruplarda pH değeri yüksek ölçülmüştür. Soderholm vd. (1988)'nin üre ve melas ilavesi ile yaptıkları YNDMS'lerinde pH değerini 6.46-8.51 aralığında bildirmişler ve bu değerler araştırma sonuçları ile uyum içinde bulunmuştur.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS'nin 5 gün süre ile aerobik ortama maruz bırakılması silajların mikrobiyolojik özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Farklı KM'de silolamak maya içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Maya sayısı %65 KM'de de $5,58 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1} \text{ TM}$ ile en yüksek saptanmıştır. Bunu %70 ve %75 KM düzeyleri izlemiştir. Farklı kimyasal uygulamaların etkisi incelendiğinde ise en yüksek maya sayısı $5,25 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1} \text{ TM}$ ile %2 üreli deneme grubunda bulunmuştur. En düşük ise $4,29-4,39 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1} \text{ TM}$ ile LP+LB ve LB deneme gruplarında bulunmuştur. Kuru madde ve farklı kimyasal uygulamaların interaksiyon etkileri de önemli bulunmuştur ($P<0,05$) ve deneme gruplarına göre $3,09$ ile $6,13 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1} \text{ TM}$ arasında değişmiştir. En yüksek maya $6,13 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1} \text{ TM}$ ile %65 KM ve %2 üre'li deneme gruplarında, en düşük ise $3,09 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1} \text{ TM}$ ile %75 KM ve LP+LB grubu silajlarda saptanmıştır. %2 üreli gruplarda maya sayısının artması ürenin pH'yı artırmasından kaynaklanmış olabilir (Soderholm vd. 1988; Canbolat vd. 2014). Silajların maya sayılarını üre artırırken, LAB inokulantları önemi düzeyde düşürmüştür ($P<0,05$). Üre ilavesinin aerobik ortamda maya sayısını artırması üreli gruplarda silo ortamında daha fazla SÇK kalması (Çizelge 4.4.), aerobik ortamda üreyen maya ve küf sayısında artışa yol açtığı söylenebilir. Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS'nin küf sayısını önemli düzeyde etkilemiş ve düşürmüştür ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının küf sayıları $1,00$ ile $2,33 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1} \text{ TM}$ arasında değişmiştir. Silajların farklı KM'de analiz edilmeleri küf sayısını etkilememiştir ($P>0,05$; $P>0,01$). Buna karşın üre, LP+LB ve LB ilavesi küf üretimini düşürmüştür. Araştırmadan elde edilen bulgular LAB fermentasyon ürünlerinin (laktik asit, asetik asit) silajlardaki küf gelişimini önlediğini bildiren Driehuis vd. (1999), Weinberg vd. (2002), Filya vd. (2006) ve Kung vd. (2018)'nin bildirdikleri sonuçlarla benzer bulunmuştur. Aynı

şekilde ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında küf gelişimini engellediğini bildiren McDonald vd. (1991), Filya vd. (2004), Canbolat vd. (2014) ve Calixto vd. (2017)'nin bulguları ile benzer saptanmıştır. Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS'nin karbondioksit (CO₂) üretimi üzerine etkileri önemli bulunmuştur (P<0,05). Farklı KM ve farklı katkı madde uygulamalarının interaksiyon etkileri incelendiğinde aerobik ortamda CO₂ üretimi 17,43 il 41,20 g/kg KM olarak saptanmıştır. %2 üre'li deneme gruplarında CO₂ üretim miktarı kontrol ve LP+LB ile LB gruplarında daha düşük saptanmıştır. Silajların CO₂ üretimi üzerine KM düzeyi etkili olmuş ve KM düzeyinin artması CO₂ üretimini önemi düzeyde düşürmüştür (P<0,05). Farklı katkı madde uygulamaları gruplarında ise CO₂ üretimi 20,98 g/kg KM ile en düşük LP+LB grubunda saptanmış ve bunu 22,98 g/kg KM ile LB silaj grubu izlemiştir. %2 üre'li grupta ise CO₂ üretimi 37,71 g/kg KM ile yüksek saptanmıştır. Yüksek nemli dane mısır silajlarının LAB inokulantı eklemesi CO₂ üretimini düşürerek, katıldıkları silajların aerobik stabiliteyi geliştirmiştir. Silajlara LAB inokulantlarını aerobik stabiliteyi geliştirdiği Taylor vd. (2000), Taylor ve Kung, (2002), Filya ve Sucu (2003), Filya vd. (2004), Kung vd. (2004); ve Kung vd. (2018)'da bildirmiştir. Araştırmada saptanan sonuçlar Agma Okur ve ark (2022)'nin aerobik sitabilite testi sonuçları ile uyumlu olarak bulunmuştur.

4.5. Farklı Kuru Madde ve Katkı Maddeleri ile Silolanmış Yüksek Nemli Dane Mısır Silajı (YNDMS)'nin *In Vitro* Gaz Üretim, Besin maddeleri Sindirimi ve Metabolik Enerjisi

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS'nin *in vitro* gaz üretim saptanmış ve Çizelge 4.9.'da, besin maddeleri sindirimi ve metabolik enerji içerikleri saptanmış ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS'nin *in vitro* gaz üretimi inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak artmış ve 96. saate deneme gruplarına göre 81,07 ile 89,23 mL/200 mg KM arasında değişmiştir. Silaj grupları arası saptanan farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). En yüksek *in*

in vitro gaz üretimi %65 KM ve LA+PA ilave edilen grupta (89,23 mL/200 mg KM) saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nin *in vitro* gaz üretimi, mL/200 mg KM

Kuru madde		İnkübasyon süresi						
		3	6	12	24	48	72	96
%65 KM		13.92 ^a	37.89 ^b	55.53 ^a	76.52 ^a	82.73 ^a	84.97 ^a	85.95 ^a
%70 KM		14.37 ^a	39.23 ^a	56.32 ^a	75.62 ^a	81.87 ^a	83.34 ^b	84.28 ^b
%75 KM		14.28 ^a	37.79 ^b	54.99 ^a	75.45 ^a	80.19 ^b	83.65 ^b	84.07 ^b
<i>SH</i>		0.133	0.220	0.281	0.236	0.205	0.185	0.184
<i>İÖD</i>		ÖD	*	ÖD	ÖD	*	*	*
Uygulamalar								
Kontrol		13.87 ^b	37.90 ^b	55.61 ^{ab}	75.29 ^b	80.67 ^{bc}	83.30 ^b	84.04 ^b
%2 Üre		13.80 ^b	37.68 ^b	54.68 ^b	73.34 ^c	79.61 ^c	81.87 ^c	82.59 ^c
LP+LB		15.13 ^a	40.64 ^a	57.05 ^a	78.07 ^a	85.08 ^a	86.96 ^a	87.80 ^a
LB		13.96 ^b	37.01 ^b	55.11 ^b	76.77 ^a	81.00 ^b	83.83 ^b	84.63 ^b
<i>SH</i>		0.163	0.269	0.344	0.289	0.251	0.226	0.227
<i>İÖD</i>		*	*	*	*	*	*	*
%65 KM	Kontrol	13.60 ^{bcd}	37.16 ^{cd}	55.54 ^b	75.89 ^{bcde}	81.20 ^{cde}	84.10 ^{cd}	85.33 ^{cde}
	%2 Üre	14.27 ^{bcd}	37.23 ^{cd}	54.57 ^b	74.45 ^{de}	80.03 ^e	82.80 ^d	83.47 ^{fg}
	LP+LB	14.45 ^{bcd}	39.76 ^b	56.35 ^{ab}	78.12 ^{ab}	86.60 ^a	88.00 ^a	89.23 ^a
	LB	13.36 ^d	37.43 ^{cd}	55.65 ^b	77.63 ^{abc}	83.07 ^{bc}	85.00 ^{bc}	85.77 ^{bcd}
%70 KM	Kontrol	14.10 ^{bcd}	39.83 ^b	56.50 ^{ab}	75.78 ^{cde}	80.90 ^{de}	83.20 ^d	83.83 ^{efg}
	%2 Üre	13.60 ^{bcd}	38.50 ^{bc}	54.33 ^b	71.40 ^f	76.37 ^f	79.97 ^e	81.07 ^h
	LP+LB	16.18 ^a	42.43 ^a	58.77 ^a	79.38 ^a	83.30 ^b	88.00 ^a	87.47 ^{ab}
	LB	13.62 ^{bcd}	36.16 ^d	55.67 ^b	75.95 ^{bcde}	80.20 ^e	83.83 ^d	84.77 ^{def}
%75 KM	Kontrol	13.93 ^{bcd}	36.72 ^{cd}	54.77 ^b	74.22 ^e	79.93 ^e	82.60 ^d	82.97 ^g
	%2 Üre	13.55 ^{cd}	37.31 ^{cd}	55.14 ^b	74.18 ^e	82.43 ^{bcd}	82.86 ^d	83.23 ^{fg}
	LP+LB	14.76 ^{bc}	39.71 ^b	56.03 ^b	76.71 ^{bcd}	85.37 ^a	86.50 ^{ab}	86.70 ^{bc}
	LB	14.89 ^{ab}	37.44 ^{cd}	54.02 ^b	76.69 ^{bcd}	79.73 ^e	82.67 ^d	83.37 ^{fg}
<i>SH</i>		0.231	0.380	0.486	0.409	0.355	0.320	0.319
<i>İÖD</i>		*	*	*	*	*	*	*

a-h: Aynı sütun da aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05*). ÖD: Önemli Değil (P>0.05; P>0.01); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi; LP: *Lactobacillus plantarum*; LB: *Lactobacillus buchneri*

Yüksek nemli dane mısır silajlarının KM düzeyi *in vitro* gaz üretimi içeriğini etkilemiş ve en yüksek *in vitro* gaz üretimi 85,95 mL/200 mg KM ile %65 KM grubunda, en düşük ise 84,07 mL/200 mg KM ile %75 KM içeren grupta saptanmıştır. Farklı katkı maddeleri uygulamaların *in vitro* gaz üretimi içeriğinin 82,59 ile 87,80 mL/200 mg KM arasında değişmiştir. En yüksek *in vitro* gaz üretimi LP+LB grubunda saptanmıştır (P<0.05). Yüksek nemli dane mısır

silajlarına üre ilavesi *in vitro* gaz üretimini düşürmüş, LAB inokulantı ilavesi ise *in vitro* gaz üretimini artırmıştır. Yüksek nemli dane mısır silajının *in vitro* gaz üretimine yönelik bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır. Araştırmadan elde edilen *in vitro* gaz üretimi farklı yöntemlerle işlenmiş mısır danesi ile çalışan Eren vd. (2021)'nın bildirmiş oldukları sonuçlarla (83,17-89,83 mL/200 mg KM) benze bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS)'nın besin maddeleri sindirimi ve metabolik enerjisi

Kuru madde		İGKMS, %	OMS, %	ME, MJ/kg KM
%65 KM		89.47 ^a	91.34 ^a	13.50 ^a
%70 KM		88.37 ^b	91.42 ^{ab}	13.48 ^{ab}
%75 KM		85.57 ^c	90.88 ^b	13.36 ^b
<i>SH</i>		0.141	0.234	0.038
<i>İÖD</i>		*	*	*
Uygulamalar				
Kontrol		87.28 ^b	90.41 ^c	13.31 ^c
%2 Üre		88.84 ^a	89.93 ^c	13.16 ^c
LP+LB		87.50 ^b	93.28 ^a	13.76 ^a
LB		87.58 ^b	92.02 ^b	13.55 ^b
<i>SH</i>		0.173	0.286	0.046
<i>İÖD</i>		*	*	*
%65 KM	Kontrol	88.26 ^c	90.76 ^{de}	13.34 ^{de}
	%2 Üre	89.81 ^{ab}	91.02 ^d	13.30 ^{de}
	LP+LB	90.03 ^a	93.18 ^b	13.71 ^b
	LB	89.77 ^{ab}	92.79 ^{bc}	13.65 ^{bc}
%70 KM	Kontrol	87.99 ^c	91.13 ^{cb}	13.45 ^{cd}
	%2 Üre	88.84 ^{bc}	88.11 ^f	12.90 ^f
	LP+LB	88.07 ^c	94.91 ^a	14.04 ^a
	LB	88.57 ^c	91.53 ^{bcd}	13.51 ^{bcd}
%75 KM	Kontrol	85.59 ^d	89.34 ^{ef}	13.14 ^{ef}
	%2 Üre	87.88 ^c	90.66 ^{de}	13.28 ^{de}
	LP+LB	84.40 ^e	91.76 ^{bcd}	13.52 ^{bcd}
	LB	84.41 ^e	91.75 ^{bcd}	13.50 ^{bcd}
<i>SH</i>		0.245	0.405	0.065
<i>İÖD</i>		*	*	*

a-f: Aynı sütun da aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsiz, farklı harf taşıyanlar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05*; P<0.01**); SH: Standart hata; İÖD: İstatistik önem düzeyi LP: *Lactobacillus plantarum*; LB: *Lactobacillus buchneri*; İGKMS: *İn Vitro* Gerçek Kuru Madde Sindirimi; OMS: Organik madde sindirimi; ME: Metabolik enerji; KM: Kuru madde

Farklı KM ve katkı maddeleri ile silolanmış YNDMS'ı deneme gruplarının İGKMS ve OMS sırasıyla; %84,41-%90,03 ve %88,11-94,91 arasında değişmiştir. Deneme grupları arası farklılıklar saptanmış ve bu farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Farklı KM düzeyinin artışına bağlı olarak İGKMS ve OMS düşmüştür. En düşük İGKMS'i %75 KM içeren YNDMS'da saptanmıştır. Hasat zamanının artmasına bağlı olarak mısır danesinin hücre duvarı bileşenlerinin arması (Çizelge 4.1.) YNDMS'larının İGKMS ve OMS'ni düşürmüştür. Aynı zamanda *in vitro* gaz üretim miktarının da hasat zamanı ile azalması (Çizelge 4.9.) OMS'ni düşürmüştür. Farklı katkı maddeleri ilavesi YNDMS'nın OMS'ni artırmış ve en yüksek %93,28 ile LP+LB denem grubunda bulunmuştur. Kontrol ve %2 üre ilave edilen YNDMS'ı gruplarında ise OMS benzer bulunmuştur. Yani üre ilavesi OMS'ni etkilememiştir. Araştırmada saptanan İGKMS Calixto vd. (2017)'nin bildirmiş oldukları %92,5-92,7 KMS'den düşük saptanmıştır. Buna karşın mısır dane yemi ile çalışan Eren vd. (2021)'nin bildirmiş olduğu sonuçlardan yüksek saptanmıştır.

Organik madde sindirimi (OMS) Kung vd. (2018)'nin bildirmiş oldukları %84,61-88,11'den ile Eren vd. (2021)'nin mısır danesinde bildirmiş oldukları %82,15-88,46 sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde mısır danesi ile çalışan Abaş ve ark (2005), Qiao vd. (2015) ve Karami vd. (2018)'nin bildirmiş oldukları OMS'den de yüksek saptanmıştır. Bu farklılık hasat zamanı ve mısır çeşidinden kaynaklanmış olacağı söylenebilir.

Farklı KM ve farklı katkı maddeleri ile silolama YNDMS'nın ME içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Yüksek nemli dane mısır silajlarının ME içeriği üzerine KM ve farklı katkı madde interaksiyon önemli bulunmuştur ($P<0,05$) ve 12,90 ile 14,04 MJ/kg KM arasında değişmiştir. En düşük ME 12,90 MJ/kg KM ile %75 KM ve %2 üre'li grupta, en yüksek ise 14,04 MJ/kg KM ile %65 KM ve %2 üre grubunda saptanmıştır. Yüksek nemli dane mısır silajı ME düzeyi KM düzeyinden etkilenmiş ve %65 KM'de yüksek saptanmış, %70 ve %75 KM'de aynı bulunmuştur. Durum farklı katkı madde kullanımı açısından değerlendirildiğinde ME içeriği en yüksek 13,768 MJ/kg KM ile LP+LB

grubunda, en düşük ise 13,16 MJ/kg KM ile %2 üre ve kontrol gruplarda bulunmuştur. Bunu LB inokulantı içeren silaj grubu izlemiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarına katkı madde olarak üre ilavesi ME içeriğini düşürürken, LAB inokulant gruplarında artış olmuştur. Yüksek nemli dane mısır silajlarına LAB inokulant ilavesi silajların ME içeriklerin geliştirmiştir. Araştırmada YNDMS’da saptanan ME düzeyi mısır danesi ile çalışan Abaş ve ark (2005), Qiao vd. (2015), Karami vd. (2018) ve Eren vd. (2021)’nın bildirmiş oldukları değerlerden yüksek bulunmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı yüksek nem içeriğine sahip mısır danesinin silolanabilirliğini araştırmak ve silolanma özelliğini geliştirmek için düzenlenmiştir. Bu amaçla yüksek nemli mısır üç farklı kuru madde de (%65,32, %70,77 ve %75,31) hasat edilmiş ve kabaca öğütülerek denemede kullanılmıştır. Deneme materyali yüksek nemli dane mısır (YNDM)'lara sırasıyla; (katkısız: kontrol), %2 üre, 10^6 cfu/g *Lactobacillus plantarum* (LP)+*Lactobacillus buchneri* (LB) ve 10^6 cfu/g *Lactobacillus buchneri* (LB) ilave edilmiş ve 60 gün süreyle silolanmışlardır. Bu süre sonunda yüksek nemli dane mısır silaj (YNDMS)'ları 60. gün açılmış ve silajların besin madde bileşimleri, silaj fermantasyon özellikleri, silaj mikrobiyolojisi, aerobik stabilitesi, *in vitro* gaz üretimi ve sindirilebilirlik özellikleri ile metabolik enerji içerikleri saptanmıştır.

Yüksek nemli mısır silajının farklı KM'de hasat edilmesi silajların besin madde bileşimi ve silaj kalitesini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$; $P<0,01$). Kuru madde düzeyinin artması ham protein (HP) içeriğini düşürmüş, nişasta ve hücre duvarı bileşenlerini (NDF, ADF ve ADL) önemli düzeyde artırmıştır ($P<0,05$; $P<0,01$). Silajların laktik asit (LA), laktik asit bakterisi (LAB), maya ve küf sayısını ise düşürmüştür. Silajların KM düzeyinin artması aerobik stabilite testinde karbondioksit (CO_2) miktarını düşürmüş ve aerobik stabiliteyi geliştirmiştir. Ancak *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirimi (OMS) ve metabolik enerji (ME) içeriğine etkisi ise sınırlı olmuştur. Yüksek nemli dane mısır silajına %2 üre ilavesi silajların HP içeriğini artırmış, nişasta içeriğini ise düşürmüştür ($P<0,05$). Üre ilavesi ayrıca silajların LAB, maya, küf, laktik asit (LA), propiyonik asit (PA), etanol, *in vitro* gaz üretimi, OMS ve ME içeriğini düşürmüştür. Buna karşın üre silajların pH, amonyak azotu (NH_3N) ve asetik asit (AA) miktarını artırmış ve silajların aerobik stabilite testinde CO_2 miktarını artırarak silajların aerobik stabilitelelerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Yüksek nemli dane mısır silajına *Lactobacillus plantarum* (LP)+*Lactobacillus buchneri* (LB) ve *Lactobacillus buchneri* (LB) ilavesi silajların besin madde bileşimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$; $P<0,01$) ve silajların besin

madde bileşimlerini geliştirmiştir. Silajlara LAB ilavesi silajların yapısında bulunan nişasta ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriğini fermante ederek silo asitlerine (LA, AA ve PA) dönüştürmesi nedeniyle önemli düzeyde düşmüştür ($P<0,05$). Aynı şekilde LAB'leri YNDMS'nın pH, maya ve küf sayısını düşürmüş, LAB sayısı ile LA, PA ve etanol miktarını artırmışlardır. Laktik asit bakterisi ilavesi ayrıca aerobik stabilite testinde CO_2 miktarını düşürmüş ve silajların aerobik stabilitelerini önemli düzeyde geliştirmiştir. Buna ek olarak silajların *in vitro* gaz üretimi, *in vitro* gerçek kuru madde sindirim (İGKMS), OMS ve ME içeriğini de LAB ilavesi önemli düzeyde artırmıştır ($P<0,05$; $P<0,01$). Araştırmadan elde edilen verilere göre yüksek nemli dane mısır silajı (YNDMS) yapımında en uygun KM dozunun %65-70 olmuştur. Besin madde bileşimi, silaj mikrobiyolojisi, fermantasyonu, besin maddeleri sindirimi, aerobik stabilite için en uygun katkı maddesi ise LAB inokulantı olduğu sonucuna varılmıştır. En etkili LAB inokulantı ise *Lactobacillus plantarum*+*Lactobacillus buchneri* (LP+LB) kombinasyonu olmuştur. Bunu *Lactobacillus buchneri* (LB) ve %2 üre izlemiştir. Yüksek nemli mısır silajı yapımında LAB inokulantlarının 10^6 cfu/g oranında kullanılması önerilmektedir.

Yüksek nemli dane mısırı silaj yapmak mısırın tarladan erken kaldırılmasına, depolama sırasında küflenme ve böceklenme önüne geçilmesi, birim hacimde daha fazla ürün depolanması, daha lezzetli ve sindirimi yüksek ürün elde edilmesi gibi avantajları nedeniyle kullanımı önerilmektedir. Yapılan çalışma yüksek nemli dane mısırın (YNDM) hem katkı maddeli hem de katkısız silajı yapılabileceğini ortaya koymuştur. Yapılan çalışma Dünyada giderek artan YNDMS'ı kullanımın Türkiye'de de yaygınlaşmasına yol açacağı söylenebilir. Araştırma YNDMS'nın yapımına ait Türkiye'de yapılan ilk çalışmalardan birisini oluşturmaktadır. Bu alanda hem *in vitro*, hem de *in vivo* çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Yapılacak çalışmalarla YNDMS'nın Türkiye'de kullanımının yaygınlaştırılması ve literatüre yeni kaynakların sağlanması gibi önemli potansiyele sahiptir.

KAYNAKLAR

Abaş İ., Özpınar H., Kutay H.C. & Kahraman R. (2005). Determination of the Metabolizable Energy (ME) and Net Energy Lactation (NEL) Contents of Some Feeds in the Marmara Region by In vitro Gas Technique. Turk J Vet Anim Sci 29.751-757.

Agma Okur, A., Gozluclu, K., Okur, E., Okuyucu, B., Koc, F., & Ozduven, M.L. (2022). Effects of apple vinegar addition on aerobic aeterioration of fermented high moisture maize using infrared thermography as an indicator. Sensors 2022, 22, 771. <https://doi.org/10.3390/s220307>

Allen, M.S., Longuski, R.A., and Ying, Y. (2008). Endosperm type of dry ground corn grain affects ruminal and total tract digestion of starch in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 91(E-Suppl.1):529. (Abstr.)

Anonim 2022. Mısır piyasası. Feed Planet Magazine. <https://Feedplanetmagazine.Com/Misir-Piyasasi/>

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed. 5th rev. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA. 930-954.

Ashbell G, Weinberg Z G, Azrieli A, Hen Y & Horev B (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agricultural Engineering 33, 391-393.

Ashbell, G. (1994). Basic principals of preservation of forage, by-products and residues as silage or hay. The Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet-Dagan, Israel. No. 1664-E.

Barker SB. and Summerson WH. (1941). The colorimetric determination of lactic acid in biological material. J Biol Chem, 138, 535-554.

Baron V.S., Stevenson, K.R. & Buchanan-Smith. J.G. (1986). Proteolysis and fermentation of grain-corn ensiled at several moisture levels and under several simulated storage methods. Canadian Journal of Animal Science. 66(2), 451-461.

Basso, F. C., Bernardes, T. F., de Toledo Piza Roth, A. P., Rabelo, C. H. S., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2012). Fermentation and aerobic stability of high-moisture corn silages inoculated with different levels of Lactobacillus buchneri. Revista Brasileira de Zootecnia, 41(11), 2369-2373.

Bastiman, B. (1976). Factors affecting silage effluent production. Experimental Husbandry, 40-46.

Beeson, W. M. and Perry, T. W. (1958). The comparative feeding value of high moisture corn and low moisture corn with different feed additives for fattening beef cattle. Journal of Animal Science, 17, 368-373.

- Bíro, D., Juráček, M., Gálik, B., Šimko, M., & Kačániová, M. (2006). Influence of chemical inhibitors on fermentation process and hygienic quality of high moisture corn. *Slovak Journal of Animal Science*, 39(1-2), 108-112.
- Cai, Y., Benno, Y., Ogawa, M., Ohmomo, S., Kumai, S. and Nakase, T. (1998). Influence of *Lactobacillus* spp. from an Inoculant and of *Weissella* and *Leuconostoc* spp. from Forage Crops on Silage Fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 2982-2987.
- Calixto, M. J., Jobim, C. C., Osmari, M. P., & Tres, T. T. (2017). Nutritional additives in high moisture corn silage. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12(1), 105-111.
- Callison, S.L., Firkins, J.L., Eastridge, M.L., & Hull, B.L. (2001). Site of nutrient digestion by dairy cows fed corn of different particle sizes or steam-rolled. *Journal of Dairy Science*, 84(), 1458-1467.
- Canbolat Ö. 2019. Yem Analiz Yöntemleri ve Yem Değerlendirme. *Medyay.* s.594. Bursa
- Canbolat, Ö., Kamalak, A ve Kara H. (2014). Nar posası silajına (*Punica granatum* L.) katılan ürenin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve in vitro gaz üretimi üzerine etkisi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 61, 217-223.
- Çankır, B. ve Uyarlar, C. (2013). Mikotoksinlerin süt sığırlarının beslenmesindeki yeri ve önemi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*. 6(2): 57-69. DOI: 10.5578/kvj.6339
- Cheeke, P.R. (1991). *Applied Animal Nutrition: Feeds and Feeding* (3rd Edition). Prentice Hall. Englewood. ISBN 0-02-322115-1. 504p.
- Clark, J. H., and Harshbarger, K. E. (1972). High-moisture corn versus dry corn in combination with either corn silage or hay for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 55(10).
- Cooper, R. J., Milton, C. T., Klopfenstein, Terry. J., Scott, T. L., Wilson, C. B., & Mass, R. A. (2002). Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. *Faculty Papers and Publications in Animal Science*, 80, 797-804. <https://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/537>
- Correa, C. E. S., Shaver, R. D., Pereira, M. N., Lauer, J. G., & Kohn, K. (2002). Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of Dairy Science*, 85(11), 3008-3012.
- Costa, C., Arrigoni, M. D. B., Silveira, A.C. & Oliveira, H. N. (2002). Desempenho de bovinos superprecoces alimentados com silagem de milho ou feno de aveia e grãos de milho ensilados ou secos. *Acta Scientiarum Anim Science*. 24(4), 1175-1183.

Da Silva, N. C., Nascimento, C. F., Nascimento, F. A., Resende, F. D., Daniel, J. L. P. & Siqueira, G. R. (2018). Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4158–4167. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13797>

Da Silvaa, N. C., Nascimentob, C. F., Camposc, V. M. A., Michele, A. P., Resendeb, F. D., Daniield, J. L. P., & Siqueirab, G. R. (2019). Influence of storage length and inoculation with *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of high-moisture corn and rehydrated corn grain silage. *Animal Feed Science and Technology*, 251, 124–133.

Daniel, P., Honig, H., Weise, F. & Zimmer, E. (1970). Das Wirtschaftseigene Futter, 16, 239-256.

Daniel, P., Honig, H., Weise, F. and Zimmer. E. (1970). Wirkung von Propionsaure bei der Grunfuttersilierung. *Wirtschaftseigene Futter*. 16: 239-252.

Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber E. And Braun, R. (2003). Acetic Acid Increases Stability of Silage under Aerobic Conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 562-567.

Donald, A. S., Fenlon, D. R. & Seddon, B. (1995). The relationships between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage. *J. Appl. Bacteriol.* 79, 141-148.

Driehuis, F., Oude Elferink, S. J. W. H., & Van Wikselaar, P. G. (2001). Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass Forage Sci.* 56, 330-343.

Driehuis, F., Oude Elferink, S.J.W.H. & Spoelstra, S.F. (1999). Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *J. Appl. Microbiol.* 87, 585-594.

Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebes PA. & Smith F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem*, 28, 350-356.

Ensminger, M. E., Oldfield, J. E. & Heinemann, W. W. (1990). *Feed and nutrition*. The Ensminger Publishing Company.

Eren, T., Sezer, E. ve Canbolat, Ö. (2021). Farklı teknolojik işlemlerden geçirilmiş mısır dane yeminin yem değeri ve rumen fermantasyonu üzerine etkisi. 14. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi, Bursa, Türkiye, 24 Nisan - 22 Mayıs 2021, ss.10-21.

Ferraretto, L. F., Crump, P. M., & Shaver, R. D. (2013). Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion and milk

production by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 533-550.

Ferraretto, L. F., Taysom, K., Taysom, D. M., Shaver, R. D., & Hoffman, P. C. (2014). Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in high-moisture corn samples. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 3221–3227.

Filya, I. (2001). *Silaj Teknolojisi*. Hakan Ofset, İzmir.

Filya, I. (2002). *Silaj Yapımı. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı* (Açıkgöz, E., Turgut, I., ve Filya, I.) Hasad Yayıncılık Limited Şirketi. ISBN 975-8377-19-1.

Filya, I. (2003). The Effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without Homofermentative Lactic Acid Bacteria, on the Fermentation, Aerobic Stability and Ruminal Degradability of Wheat, Sorghum and Maize Silages. *J. Appl. Microbiol.* 95, 1080-1086.

Filya, I., and Sucu, E. (2007). The effect of bacterial inoculants and a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of whole-crop cereal silages. *Asia-Aust. J. Anim. Sci.* 20, 378-384.

Filya, I., Sucu, E., & Hanoğlu, H. (2004). Mısır silajına katılan ürenin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite, rumen parçalanabilirliği ve kuzuların besi performansı üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(3), 258-262.

Filya, I., Sucu, E., & Karabulut, A. (2004). The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *Journal of Applied Microbiology*, 97, 818-826.

Filya, I., Sucu, E., & Karabulut, A. (2006). The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. *J. Appl. Microbiol.*, 101, 1216-1223.

Giffel, M. C. (1997). Isolation, identification and characterization of *Bacillus cereus* from the dairy environment. Ph.D. diss. Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

Hamaker, B. R., Mohamed, A. A., Habben, J. E., Huang, C. P., & Larkins, B. A. (1995). Efficient procedure for extracting maize and sorghum kernel proteins reveals higher prolamin contents than the conventional method. *Cereal Chem*, 72(6), 583-588.

Heidker, J., Bolsen, K., Hinds, M., Ilg, H., Janicki, B., & Young, B. (1985). High moisture corn ensiled with urea, Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, 0(1). <https://doi.org/10.4148/2378-5977.2458>.

- Hoffman, P. C., & Ocher, S. M. (1997). Quantification of milk yield losses associated with aerobically unstable high moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 80(1), 234.
- Hoffman, P. C., Esser, N. M., Shaver, R. D., Coblenz, W. K., Scott, M. P., Bodnar, A. L., Schmidt, R. J., & Charley, R. C. (2011). The nutritional chemistry of dry and high moisture corn P.C. Hoffman and R.D. Shaver Department of Dairy Science University of Wisconsin-Madison Western Dairy Management Conference 179-192 says.
- Hoffman, P. C., Esser, N. M., Shaver, R. D., Coblenz, W. K., Scott, M. P., Bodnar, A. L., Schmidt, R. J., & Charley, R. C. (2011). Influence of inoculation and storage time on alteration of the starch-protein matrix in high moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2465–2474. doi: 10.3168/jds.2010-3562
- Holzapfel, W.H. and Schillinger. U. (1992). The Genus *Leuconostoc*. In: *The Prokaryotes*, A. Baalows, H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder, K.-H. Schleifer (eds), 2nd ed. Springer-Verlag, New York. pp. 1508-1534.
- Jobim, C. C., Reis, R. A., & Rodrigues, L. R. A. (1997). Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). *Pesq Agropec Bras.*, 32, 311-331.
- Jobim, C. C., Reis, R. A., Schoken-Iturrino, R. P., & Rosa, B. (1999). Desenvolvimento de microorganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho sem brácteas. *Acta Scientiarum Anim Sci.*, 21(3), 671-676.
- Junges, D., Morais, G., Spoto, M. H. F., Santos P. S., Adesogan, A. T., Nussio, L. G., & Daniel, J. L. P. (2017). Short communication: Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 9048-9051. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12943>
- Júnior, P. P., Júnior, G. A. A., Costa, C., Meirelles, P. R. L., Silveira, J. P. F., Panichi, A., Silva, M. G. B., Factori, M. A., Cavasano, F. A., & Mendonça, S.A. (2014). Nutritional value of high moisture corn silage in the diet of Holstein cows. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 66(5), 1495-1503.
- Jurjanz, S., & Montels, V. (2005). Ruminal degradability of corn forages depending on the processing method employed. *Anim. Res.*, 3, 15-23.
- Karabulut, A., & Filya, I. (2020). Yemler bilgisi ve yem teknolojisi. *U. Ü. Ziraat Fak. Ders Notları*. No: 67. Bursa. 306.
- Karami M., Palizdar M.H. & Almasi M.S. (2018). The effect of different processing of corn grain on gas production kinetics and in vitro digestibility in Taleshi cows. *Livestock Sci.* 9: 101-106.
- Keskin B., Akdeniz H., Temel, S., Eren B. (2018). Farklı tane mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin besleme değerlerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 49(1), 15-19.

Kırtok, Y. (1998). Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaoluk Basım ve Yayınevi, İstanbul.

Kızıllısimşek, M., Erol, A., Ertekin, İ., Dönmez, R., & Katrancı, B. (2016). Silaj mikro florasının birbirleri ile ilişkileri, silaj fermentasyonu ve kalitesi üzerine etkileri. K.S.Ü. Doğa Bil. Derg., 19(2), 136-140.

Kramer, J. E. & Voorsluys, J.L. (1991). Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In.: Simpósio Sobre Nutrição De Bovinos, 4, 1991, Piracicaba, Sp. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1991, p.257-261.

Kung, L. Jr., and Ranjit, N. K. (2001). The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science*. 85(5), 1149-1155.

Kung, L. Jr., Schmidt, R. J., Ebling, T. E., & Hu, W. (2007). The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2309-2314.

Kung, L. Jr., Shaver, R. D., Grant, R. J. & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020-4033.

Kung, L. Jr., Windle, M. C. & Walker N. (2014). The effect of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1707–1712. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7469>

Kung, L., Myers, C. L., Neylon, J. M. Taylor, C.C. Lazartic, J. Mills, J.A. & Whiter, A.G. (2004). The effects of buffered propionic acid-based additives alone or combined with microbial inoculation on the fermentation of high moisture corn and whole-crop barley. In: *Journal of Dairy Science*. 87. 1310-1316.

Kung, L. Jr., Sheperd, A. C., Smagola, A. M., Endres, K. M., Bessett, C. A., Ranjit, N. K., & Glancey, J. L. (1998). The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81:1322-1330.

Lynch, J. P., Baah, J. & Beauchemin, K. A. (2015). Conservation, fiber digestibility, and nutritive value of corn harvested at 2 cutting heights and ensiled with fibrolytic enzymes, either alone or with a ferulic acid esterase-producing inoculant. *Journal of Dairy Science*. 98(1214-1224). doi: 10.3168/jds.2014-8768.

Mader T. & Rust, S. (2006). High Moisture Grains: Harvesting, Processing, and Storage. Cattle Grain Processing Symposium. Oklahoma State University. November 15 - 17, 2006 Tulsa, Oklahoma.

Manhanna, W. C. (1991). Silage fermentation and additive use in North America. NFIA Feed Ingredient Institute.

McDonald, P., Henderson, N., & Heron, S. (1991). *The Biochemistry of Silage* Cambrian Printers Ltd., Aberystwyth, 340p.

Menke, K.H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., and Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>

Merry, R. J., Lowes, K. F., & Winters, A. (1997). Current and future approaches to biocontrol in silage. p. 17-27. In: V. Jambor, L. Klapil, P. Chromec, and P. Prochazka. (ed.) *Proc. 8th Int. Symposium Forage Conservation*, Brno, Czech Republic. 29 Sept.-1 Oct. 1997. Research Institute of Animal Nutrition, Pohorelice, Czech Republic.

Middelhoven, W. J. and Van Baalen, A. H. M. (1988). Development of the Yeast Flora of Whole-Crop Maize During Ensiling and During Subsequent Aerobiosis. *J. Sci. Food Agric.*, 42, 199.

Middelhoven, W.J. and A.H.M. Van Baalen. (1988). Development of the Yeast Flora of Whole-Crop Maize During Ensiling and During Subsequent Aerobiosis. *J. Sci. Food Agric.* 42: 199.

Momany, F. A., Sessa, D. J., Lawton, J. W., Selling, G. W., Hamaker, S. A., & Willet, J. L. (2006). Structural characterization of alpha-zein. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 543-547.

Muck, R. E. (1996). A lactic acid bacteria strain to improve aerobic stability of silages. P. 42-43 in *U.S. Dairy Forage Res. Center 1996 Res. Summaries*. Madison, WI.

Muck, R. E. (2001). Corn silage inoculants that work. P. 1 in *Proceedings of the Forage Teaching and Technology Conference*. University of Wisconsin Extension, Madison, WI.

Muck, R. E. (2004). Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. *Trans. Am. Soc. Ag. Eng.*, 4, 1011-1016.

Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 183-191. doi: 10.1590/S1516-35982010001300021.

Muck, R. E., & Bolsen, K. K. (1991). Silage preservation and silage additives. In: K. K. Bolsen, JE, Baylor and ME, McCullough (eds.) *Hay and Silage Management in North America*. National Feed Ingredients Association. West Des Moines, Iowa. pp. 105-126.

Murphy, J. J., & Dalby, A. (1971). Changes in the protein fractions of developing normal and opaque-2 maize endosperm. *Cereal Chem.*, 48, 336-349.

Naiara C. da Silva, Cleisy F. Nascimento, Vinícius M.A. Campos, Michele A.P. Alves, Flávio D. Resende, João L.P. Daniel, & Siqueira, G.R. (2019). Influence of storage length and inoculation with *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of high-moisture corn and rehydrated corn grain silage, *Animal Feed Science and Technology*, 251, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.03.003>.

Ngonyamo-Majee, D., Shaver R. D., Coors J. G., Sapienza D., & Lauer J. G. (2008). Relationship between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm. II. Ruminal and post-ruminal degradabilities. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 142, 259-274.

Oba, M., and Allen, M.S. (2003). Effects of corn grain conservation method on ruminal digestion kinetics for lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *Journal of Dairy Science*. 86, 184-194.

Ogunade, I.M. Martinez-Tupia, C. Queiroz, O.C.M. Jiang, Y. Drouin, P. Wu, F. Vyas, D. Adesogan, A.T. 2018. Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation, *Journal of Dairy Science*. 101(5); 4034-4059. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13788>.

Owens, F. N., and Zinn, R. A. (2005). Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion. Pages 86–112 in *Southwest Nutr. Manage. Conf. Proc. Univ. Arizona, Tucson*.

Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Oude Elferink, S. J. W. H., & Spoelstra, S. F. (2003). Role of silage fermentation in forage conservation [Monograph]. *Silage Science and Technology, Agronomy*. no. 42.

Philippeau, C., and Michalet-Doreau, B. (1998). Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 81, 2178-2184.

Prigge, E. C. (1976). Ensiling conditions and soluble non-protein nitrogen in high moisture corn utilization. Pages 76-92 in *Proc. High Moisture Grains Symposium*. Oklahoma State University, Stillwater, Okla.

Qiao F.Q., Wang F., Ren L.P., Zhou Z.M. Meng Q.X. & Bao. Y.H. (2015). Effect of steam-laking on chemical compositions, starch gelatinization, in vitro fermentability, and energetic values of maize, wheat and rice. *Journal of Integrative Agriculture*, 14 (5). 949-955.

Ranjit, N. K. and Kung, L. Jr. (2000). The effect of *Lactobacillus plantarum* and *L. buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*. 83, 526-535.

Remond, D., Cabrer-Estrada, J. I., Chaption, M., Chauveau, B., Coudure, R. & Poncet, C. (2004). Effect of corn particle size on site and extent of starch digestion in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87, 1389-1399.

Rider, S. (1997). Forage additives. *Farmers Weekly*, 21 November (Suppl.) S1-S16.

Romagnolo, D., Polan C. E., & Barbeau W. E. (1994). Electrophoretic analysis of ruminal degradability of corn proteins. *Journal of Dairy Science*. 77, 1093-1099.

Rooke, John A. and Hatfield, Ronald D. (2003). *Biochemistry of Ensiling*. Publications from USDA - ARS/UNLFaculty.1399.

Scudamore, K. A., and Livesey, C. T. (1998). Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage, a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77, 1-7.

Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF 1990. Methods for the Microbiological Analysis of Silage, Proceeding of The Eurobac Conference, 147-164. Uppsala.

Snedecor, G.W. and W. Cochran. 1976. *Statistical Methods*. The Iowa State Univ. Pres. Amer. IA. USA.

Soderholm, C. G., Otterby, D. E., Linn J. G., Hansen W. P., Johnson, D. G., & Lundquist, R. G. (1988). Addition of ammonia and urea plus molasses to high moisture snapped ear corn at ensiling. *Journal of Dairy Science*, 71(3).

Statistica: Statistica for Windows (Release 4.3) Sat Soft, Inc Tulsa OK, 1993.

Staudacher, W., Pahlow, G. & Honig, H. (1999). Certification of silage additives in Germany by DLG. p. 239-240. In: T. Pauly (ed.) *Proc. 12th Int. Silage Conference*, Uppsala, Sweden, 5-7 July. 1999. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

Stefanie, J. W. H., Elferink, O., Driehuis, F., Gottschal, J. C. & Spoelstra, S. F. (2011). Silage fermentation processes and their. Manipulation. *FAO Electronic Conference on Tropical Silage*.

Sucu, E. (2009). Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır silajının fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri ile rumen ekolojisi üzerine etkileri. T.C. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. s. 134.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). Ürün masaları mısır bülteni. (2022, Mayıs)
(<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TARIM/MISIR%20KASIM%20B%C3%9CLTEN%C4%B0.pdf>)

Tabacco, E., Piano, S., Revello-Chion, A., & Borreani, G. (2011). Effect of *Lactobacillus buchneri* LN4637 and *Lactobacillus buchneri* LN40177 on the

aerobic stability, fermentation products, and microbial populations of corn silage under farm conditions. *Journal of Dairy Science*. 94(11), 5589-5598. doi: 10.3168/jds.2011-4286.

Taylor, C. C., and Kung, L. Jr. (2002). The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. *Journal of Dairy Science*, 85(6), 1526–1532.

Taylor, C. C., Neylon, J. M., Lazartie, J. A., Mills, J. A., Tetreault, R. M., Whither, A. J., Charley, R., & Kung L. Jr. (2000). *Lactobacillus buchneri* and enzymes improves the aerobic stability of high moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 83(1), 111.

TÜİK, (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. (2022, Mayıs) (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>)

Van Soest, P.J.J., Robertson, J.B. & Lewis. B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Weinberg, Z. G., and Muck, R. E. (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.*,19, 53-68.

Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Hen, Y., Azrieli, A., Szakacs, G., & Filya, I. (2002). Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 28, 7-11.

Weiss, N. (1992). The Genera *Pediococcus* and *Aerococcus*. In: *The Prokaryotes*, A. Baalows, H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder, K.H. Schleifer (eds). 2nd ed. Springer-Verlag, New York. pp. 1502-1507.

Wilkinson, J. M. (1978). The ensiling of forage maize: effects on composition and nutritive value. *Forage Maize*. London: Agricultural Research Council (E.S. Bunting, B.E. Pain, R.H. Phipps, J.M Wilkinson and R.E. Gunn (eds.).

Wilkinson, J. M., Wadehul, F. & Hill, J. (1996). *Silage in Europe, a survey of 33 countries*. Chalcombe Publications, Welton, UK.

Woolford, M. and Pahlow G. (1998). The Silage Fermentation. In: *Microbiology of Fermented Foods*. Vol 1. Wood B.J.B. (ed.). Blackie Academic & Professional. London. pp. 73-102.

Woolford, M. K. (1984). *The Silage Fermentation*. Microbiological Series, 14, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.

Woolford, M. K. (1999). *The Science and Technology of Silage Making*. Alltech Technical Publ.

Yılmaz, G. (2019). Silaj katkı maddelerinin yüksek nemli mısırın aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. s 54. Tekirdağ.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Tuna Eren
Doğum Yeri ve Tarihi	Ankara - 07/06/1992
Yabancı Dil	İngilizce
Eğitim Durumu	
Lise	Gazi Üniversitesi Vakfı Özel Fen Lisesi
Lisans	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Yüksek Lisans	Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Zootekni Anabilim Dalı)
Çalıştığı Kurum(lar)	Avrupa Hayvancılık Tarım Sanayi A.Ş.
İletişim (e-posta)	tunaeren07@gmail.com
Akademik çalışmalar*	

*Eren T., Sezer E., Canbolat Ö. 2021. Farklı Teknolojik İşlemlerden Geçirilmiş Mısır Dane Yeminin Yem Değeri ve Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkisi. 14. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi, Bursa, Türkiye, 24 Nisan-22 Mayıs 2021, ss.10-21.

*Sezer E., Eren T., Canbolat Ö. 2021. Süt İneklerinin Beslenmesinde Temel Prensipler. 14. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi, Bursa, Türkiye, 24 Nisan-22 Mayıs 2021, ss.22-28.