



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI (VETERİNER)
ANA BİLİM DALI**

**DUT POSASININ ÇAYIR OTU İLE SİLOLANMASININ SİLAJ
KALİTESİNE VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doktora Tezi

Yeliz KÖKSAL

Danışman
Prof. Dr. Zehra SELÇUK

SAMSUN
2020

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI (VETERİNER)
ANA BİLİM DALI**



**DUT POSASININ ÇAYIR OTU İLE SİLOLANMASININ SİLAJ
KALİTESİNE VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Doktora Tezi

Yeliz KÖKSAL

Danışman

Prof. Dr. Zehra SELÇUK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO. VET. 1904. 19. 012

SAMSUN
2020

TEZ KABUL VE ONAYI

Yeliz KÖKSAL tarafından, Prof. Dr. Zehra SELÇUK danışmanlığında hazırlanan “Dut Posasının Çayır Otu İle Silolanmasının Silaj Kalitesine ve Sindirilebilirliği Üzerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 17.12.2020 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Gülcan DEMİREL		☒
	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa		Kabul
	Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı		☐ Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Zehra SELÇUK		☒
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi		Kabul
	Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı		☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Pınar SAÇAKLI		☒
	Ankara Üniversitesi		Kabul
	Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı		☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Mustafa SALMAN		☒
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi		Kabul
	Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı		☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Ali GÜCÜKOĞLU		☒
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi		Kabul
	Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı		☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklarda gösterilenlerden oluştuğunu, enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

16/11/2020

Yeliz KÖKSAL

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Dut Posasının Çayır Otu İle Silolanmasının Silaj Kalitesine ve Sindirilebilirliği Üzerine Etkilerinin Araştırılması

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 16/11/2020 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda:

Benzerlik oranı : % 11

Tek kaynak oranı : % 5 çıkmıştır.

16/11/2020

Prof. Dr. Zehra SELÇUK

ÖZET

DUT POSASININ ÇAYIR OTU İLE SİLOLANMASININ SİLAJ KALİTESİNE VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Yeliz KÖKSAL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Doktora, Aralık/2020

Danışman: Prof.Dr.Zehra SELÇUK

Yapılan bu çalışmanın amacı dut posasının çayır otuyla birlikte silolanmasının silaj kalitesine, silaj mikrobiyolojisine ve *İn vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Beyaz dut posası (DP) ve çayır otu (ÇO) ayrı ayrı ve yaş ağırlıkta %25DP+%75ÇO, %50DP+%50ÇO, %75DP+%25ÇO olacak şekilde cam kavanozlara iyice sıkıştırılarak silolanmıştır. Her bir silolama için 5'er adet kavanoz kullanılmıştır. Tüm silajlar 60 gün fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon süresi sonunda silaj örneklerinin kimyasal, mikrobiyolojik ve *İn vitro* gerçek sindirilebilirlik analizleri yapılmıştır. Silaj örneklerinin kuru madde (KM) değerleri ÇO, %25DP+75ÇO, %50DP+%50ÇO ve %75DP+%25ÇO silajlarında birbirine benzer ve DP silajından daha yüksek ($P<0,001$) bulunmuştur. Araştırmada en düşük ve en yüksek ($P<0,001$) asit deterjan fiber (ADF) değerleri sırasıyla DP ve ÇO silajlarında belirlenmiştir. DP, %50DP+%50ÇO ve %75DP+%25ÇO silajlarının nötral deterjan fiber (NDF) değerleri birbirine benzer, ÇO ve %25DP+%75ÇO silajlarına ait NDF değerlerinden düşük ($P<0,001$) bulunmuştur. Çalışmada en yüksek pH değeri ve en düşük laktik asit (LA) ve asetik asit (AsA) değerleri ($P<0,001$) ÇO silajında tespit edilmiştir. Araştırmada silaj bileşimindeki DP düzeyi ile silajlara ait metabolize olabilir enerji (ME), LA, AsA, *İn vitro* gerçek sindirilebilirlik (IVGS), *İn vitro* gerçek KM sindirilebilirliği (IVGKMS), *İn vitro* gerçek organik madde sindirilebilirliği (IVGOMS) ve *İn vitro* gerçek NDF sindirilebilirliği (IVGNDFS) değerleri arasında pozitif ($P<0,001$) bir korelasyon, pH, ADF ve NDF değerleri arasında negatif ($P<0,001$) bir korelasyon belirlenmiştir. Araştırmada IVGS, IVGKMS, IVGOM ve IVGNDFS değerleri ÇO silajında en düşük, DP silajında ise aynı parametreler en yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, DP'nin %25, 50 ve 75 düzeylerinde ÇO ile karıştırılarak silolanmasının silaj fermentasyonunu ve sindirilebilirliğini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Çayır otu, dut posası, silaj mikrobiyolojisi, sindirilebilirlik.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ENSILING OF MULBERRY POMACE WITH MEADOW GRASS ON SILAGE QUALITY AND DIGESTIBILITY

Yeliz KÖKSAL

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases

PhD, December/2020

Supervisor: Prof.Dr.Zehra SELÇUK

The aim of this study was to investigate the effects of ensiling mulberry pomace with meadow grass on silage quality, silage microbiology and *In vitro* true digestibility values. White mulberry pomace (MP) and meadow grass (MG) separately and their combinations, based on wet weight such as 25%MP+75%MG, 50%MP+50%MG, 75%MP+25%MG, were ensiled in jars. A total of 5 jars were used for each ensiling of MG, MP and their combinations silages. All silages were incubated for 60 days. After incubation, chemical and microbiological analyses were performed and estimation of *In vitro* true digestibility (IVTD) of silages were determined. Dry matter (DM) contents of MG, %25MP+%75MG, %50MP+%50MG and %75MP+%25MG were similar to each other and higher ($P<0.001$) than that of MP silage. In the study, the lowest and the highest acid detergent fiber (ADF) values were determined in MP and MG silages, respectively. Neutral detergent fiber (NDF) contents of MP, %50MP+%50MG and %75MP+%25MG were similar to each other and they were lower ($P<0.001$) than those of MG and %25MP+%75MG. The highest pH value and the lowest lactic acid (LA) and acetic acid (AsA) concentrations ($P<0.001$) were found in MG silage. There was a positive correlation between the level of MP in silages and metabolizable energy (ME) value, LA, AsA, *In vitro* true digestibility (IVTD), *In vitro* true DM digestibility (IVTDMD), *In vitro* true organic acid digestibility (IVTOMD) and *In vitro* true NDF digestibility (IVTNDFD) ($P<0.001$) while there was a negative correlation ($P<0.001$) between the level of MP in silages and pH, ADF and NDF values of silages. Although IVTD, IVTDMD, IVTOMD and IVTNDFD values of MG were lowest, the same parameters were the highest in MP silage. As a result, MP ensiled with MG at the level of 25, 50 and 75% has a positive effect on silage fermentation and digestibility.

Keywords: Meadow grass, mulberry pomace, silage microbiology, digestibility.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Hayvansal gıdaların üretimini artırmak amacıyla yüksek verime sahip hayvan varlığının yaşama ve verim payı besin madde ve enerji ihtiyaçlarının kaliteli kaba yem ve konsantre yem kaynakları kullanılarak hazırlanan dengeli ve yeterli rasyonlarla karşılanması gerekir.

Ruminantlarda sindirim sistemi anatomik ve fonksiyonel olarak monogastrik herbivorlara göre önemli farklılıklar gösterir. Ruminantlar retikulo-rumendeki mikroorganizma popülasyonu sayesinde besin madde ve enerji ihtiyaçlarının önemli bir kısmını kaba yemlerden (çayır-mera otları, kültür yem bitkileri vb) karşılarlar. Kaba yemler özellikle rumen ekosistemi için hem fiziksel formları hem de besin madde içerikleri yönünden önem taşır. Bu nedenle hayvancılık işletmelerinde hayvansal üretim maliyetlerinin azaltılması, sağlıklı rumen fermentasyonunun devamlılığı ve verimin artırılması yönünden öncelikle varsa bölgedeki çayır ve mera alanlarının otlatılarak, biçilerek, kurutularak ya da silajı yapılarak değerlendirilmesi önem taşır.

Silaj, kolay fermente olabilen karbonhidrat içeriğine sahip yeşil yemlerin veya posaların oksijensiz ortamda laktik asit bakterilerince fermentasyona maruz bırakılmasıyla elde edilen konserve yemdir. Hayvanların yeşil kaba yem ihtiyaçlarını karşılamak yılın sadece belirli dönemlerinde mümkün olmaktadır. Bununla beraber silaj, nem oranı yüksek çayır otlarının kurutulmasının zor olduğu yağışlı dönemlerde, bol yağışlı iklimin görüldüğü bölgelerde yem kalitesinin korunmasında veya kurutma sonrası yem kalitesinde azalmanın meydana geldiği bitkilerin konservasyonu için en uygun yöntemdir. Bu nedenle silaj, ruminant beslemede suca zengin kaba yem ihtiyacının karşılanmasında büyük önem taşır.

Doğu Karadeniz Bölgesi, Ülkemizde yağışın bol olduğu bölgelerden birisidir. Yağışlı ve nemli bir iklime sahip olan bu bölgede biçilen otların kurutulması zorlaşmakta, besin madde kayıpları artmakta hatta küflenme sonucu mikotoksin kontaminasyonu meydana gelebilmektedir. Doğu Karadeniz’de genellikle yaylacılık faaliyeti Nisan ayının ortaları ile Kasım ayının sonuna kadar sürmektedir. Yaylaların geleneksel kullanım amaçlarından birisi de, mevcut olan çayır otu potansiyeli ile hayvanların beslenmesidir. Bu nedenle çayır otlarının uzun süre saklanması kurutma yerine silolanması hayvanlara kaliteli kaba yem temininde sürekliliğin sağlanması açısından iyi bir konservasyon metodudur.

Gıda endüstrisini yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanılmasına ilişkin yapılan detaylı literatür araştırmasında domates posası, elma posası, şeker pancarı posası, üzüm posası, portakal posası gibi yan ürünler ile yapılan birçok bilimsel çalışmaya rastlanılmasına rağmen, beyaz dut posasının çayır otuyla farklı düzeylerde silolanmasının silaj kalitesi ve mikrobiyolojisi ile sindirilebilirliği üzerine ilişkin herhangi bir literatür bildirişine rastlanılmamıştır. Dut posası, reçel, pekmez gibi gıdaların üretiminde dut suyu elde edilirken açığa çıkan bir yan üründür. Ülkemiz gıda endüstrisi yan ürünü olan beyaz dut posasının, milli zenginlik kaynaklarımızdan biri olan çayır otuyla birlikte silolanması her iki kaynağın ruminant beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanım potansiyelini artıracak, sürdürülebilir hayvancılık için kaliteli kaba yem teminine olanak sağlayacaktır.

Doktora eğitimi, gerçek anlamda hayatımı değiştiren bir tecrübe oldu. Beni bu dalda doktora yapmaya teşvik eden, destekleyen ve her zorluğa rağmen başaracağıma dair inancını yitirmeyen eşim Ahmet Köksal'a, kızlarım ve benim için büyük fedakârlıklar yapan, zorlandığımda yükümü paylaşan anneme ve babama, hayatımın ışıkları olan canım kızlarım Vanessa ve Melissa'ya, doğduğu günden beri varlığıyla hayatıma anlam katan ve kendisiyle her zaman gurur duyduğum canım kardeşim Deniz Yıldırım'a sonsuz teşekkürler.

Doktora eğitimimin her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle yanımda olduğu için danışmanım sayın Prof. Dr. Zehra SELÇUK'a çok teşekkür ediyorum. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. İsmail KAYA, Prof. Dr. Nurcan ÇETİNKAYA, Doç. Dr. Mustafa SALMAN ve Dr. Öğr. Üyesi Habip MURUZ'a, çalışmamızın birçok aşamasında bize katılan ve yardımcı olan sayın Doç. Dr. Murat SELÇUK'a, mikrobiyoloji çalışmalarında yol gösteren sayın Doç. Dr. Ali GÜCÜKOĞLU'na, laboratuvarında birlikte çalıştığım arkadaşlarım Araş. Gör. Sibel KANAT'a ve Araş. Gör. Bora BÖLÜKBAŞ'a, istatistik değerlendirmenin yapılmasında özverili ve özenli çalışması için sayın Dr. Öğr. Üyesi Serhat ASLAN'a, tezin yazım aşamasında bana destek olan Doping Kontrol Laboratuvar Şefi Uzman Veteriner Hekim Erdal TURHAN ile Veteriner Hekim Gülay DUDAKLI'ya, Adnan AYAR, Elif Yavuz ve Özden KIR'a, Numan, Osman, Ayşegül Köksal ve Mustafa Abanoz'a, doktora tez çalışmamı PYO. VET. 1904. 19. 012 proje numarası ile destekleyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Ülkemiz Hayvancılığına Genel Bakış	4
2.2. Kaba Yemler	6
2.3. Silaj	7
2.4. Silaj Mikrobiyolojisi	12
2.4.1. Laktik Asit Bakterileri	12
2.4.2. Bütirik Asit Bakterileri (<i>Clostridium spp.</i>)	13
2.4.3. <i>Listeria spp.</i>	14
2.4.4. Enterobakterler.....	15
2.4.5. <i>Bacillus</i>	16
2.4.6. Mayalar ve Mantarlar.....	16
2.4.7. Enterokoklar.....	19
2.5. Silaj Fermentasyonunun Organoleptik Niteliği	19
2.6. Dut ve Dut Posası.....	20
2.7. Çayır Otu Silajı	22
2.8. Meyve Posalarının Silaj Yapımında Kullanımı	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal	28
3.1.1. Silaj Materyali ve Silolama.....	28
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Kimyasal Analizler	29
3.2.2. Mikrobiyolojik Analizler	30
3.2.3. <i>İn vitro</i> Gerçek Sindirilebilirlik Tespiti.....	33
3.3. İstatistik Analiz	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Silolama Öncesi Besin Madde Bileşimi ve Mikrobiyolojik Özellikler.....	35
4.2. Silajların Kimyasal Bileşimi	39
4.3. Silajların Mikrobiyolojik Özellikleri.....	44
4.4. Silajların <i>İn vitro</i> Gerçek Sindirilebilirlikleri.....	47
5. SONUÇ.....	51
6. KAYNAKLAR	52

KISALTMALAR

ADF	: Asit Deterjan Fiber
AsA	: Asetik Asit
BBHB	: Büyük Baş Hayvan Birimi
ÇO	: Çayır Otu
DP	: Dut Posası
GABA	: Gama Amino Bütirik Asit
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
IVGKMS	: <i>İn vitro</i> Gerçek Kuru Madde Sindirilebilirliği
IVGNDFS	: <i>İn vitro</i> Gerçek NDF Sindirilebilirliği
IVGOMS	: <i>İn vitro</i> Gerçek OM Sindirilebilirliği
IVGS	: <i>İn vitro</i> Gerçek Sindirilebilirlik
KM	: Kuru Madde
LA	: Laktik Asit
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
ME	: Metabolik Enerji
MRS	: De Man, Rogosa and Sharpe Agar
NDF	: Nötral Deterjan Fiber
OM	: Organik Madde
PCA	: Plate Count Agar
RBA	: Rose Bengal Agar
SBM	: Slanetz Bartley Medium
TPS	: Tamponlanmış Peptonlu Su
VRB	: Violet Red Bile Glucose Agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 1991-2018 yıllarında kültür ırkı, melez ve yerli ırk sığır sayısındaki değişim	4
Şekil 2.2. Silajın fazları	11
Şekil 3.1. Araştırmada silaj materyali olarak kullanılan dut posası (DP), çayır otu (ÇO) ve karışımları	28
Şekil 3.2. Silajların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi	30
Şekil 3.3. Besiyerlerinin hazırlanması ve ekimlerin yapılması	32
Şekil 4.1. DP, ÇO ve karışım silajlarının silolama öncesi aerob genel canlı, LAB ve enterokok sayıları	36
Şekil 4.2. Silajların pH, LA ve AsA değerleri	40
Şekil 4.3. DP, ÇO ve karışım silajlarının silolama sonrası aerob genel canlı, LAB ve enterokok sayıları	45
Şekil 4.4. Silajların IVGKMS ve IVGNDFS değerleri	48

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 2.1. 2018-2019 yılları arasında tür ve ırklara göre hayvan sayıları ve değişimler	4
Tablo 2.2. 2019 yılı Büyükbaş Hayvan Birimine (BBHB) göre hayvan sayısı	5
Tablo 2.3. 2019 yılı yem bitkisi (yeşil ot) üretim miktarı	6
Tablo 3.1. Araştırmada silaj materyali olarak kullanılan dut posası (DP) ve çayır otu (ÇO) karışımları	29
Tablo 3.2. <i>İn vitro</i> fermentasyon sisteminde kullanılan tampon solüsyonların bileşimleri.....	33
Tablo 4.1. Dut posası, çayır otu ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla yapılan silajların silolama öncesi besin madde bileşimleri (%) ve metabolize olabilir enerji değerleri	35
Tablo 4.2. Dut posası, çayır otu ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla oluşturulan silaj materyalinin silolama öncesi mikrobiyolojisi	35
Tablo 4.3. Dut posası, çayır otu ve farklı düzeylerde karışım silajlarının besin madde bileşimleri (%), pH değerleri, kuru maddede laktik asit (%), asetik asit (%) düzeyleri ve metabolize olabilir enerji değerleri.....	41
Tablo 4.4. Dut posası, çayır otu ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla oluşturulan silajların mikrobiyolojisi.....	45
Tablo 4.5. Dut posası, çayır otu ve farklı düzeylerdeki karışım silajlarının IVGS, IVGKMS, IVGOMS ve IVGNDFS değerleri.....	47
Tablo 4.6. DP düzeyi ile silajlara ait ME, LA, AsA, IVGS, IVGKMS, IVGOMS, IVGNDFS, pH, ADF ve NDF değerleri arasındaki korelasyon.....	50

1. GİRİŞ

Çiftlik hayvanlarından genetik kapasiteleri dâhilinde istenilen verimin alınabilmesinin temel koşulu, yaşama payı ve verim payı besin madde ve enerji ihtiyaçlarının yeterli ve dengeli şekilde hazırlanan rasyonlarla karşılanmasıdır. Rasyon hazırlarken kullanılan yem hammaddelerinin besin madde içerikleri, varsa antinutrisyonel faktörleri, rasyonlarda hayvan türlerine göre kullanım miktarları gibi bilimsel özelliklerinin yanı sıra maliyetlerinin de dikkate alınması hayvancılık ekonomisi açısından büyük bir önem arz eder.

Kaba yemler, süt ve besi işletmelerinde insan beslenmesinde vazgeçilmez olan süt ve et üretiminde büyük önem taşımaktadır. Dünyada ve Ülkemizde doğal kaba yem kaynağı olarak çayır ve mera alanları ile ekimi yapılan birçok kültür yem bitkisi bu amaçla kullanılmaktadır. Ülkemizde çiftlik hayvanlarının beslenmesi doğal ve milli kaynaklarımızdan olan çayır ve mera alanlarına, tahıl samanları gibi tarımsal artıklara ve yem bitkileri üretimine dayanmaktadır. Söz konusu bu kaba yem kaynaklarının kullanıldığı rasyonların besin maddeleri yönünden eksik kalan kısımları ise konsantre yem ham maddeleri (arpa, mısır gibi), endüstriyel yan ürünler (kepek, küspe gibi) ya da karma yem sanayi tarafından üretilen konsantre yem karmaları ile tamamlanmaya çalışılmaktadır (Ergün, vd., 2016). Bu amaçla, rasyonlarda yüksek düzeyde konsantre yem veya yem karmalarının kullanımı ruminat sindirim fizyolojisi ve biyokimyası açısından uygun olmadığından asidoz, abomasum deplasmanı, düşük süt yağı sendromu ve karaciğer apseleri gibi metabolik hastalıkların görülme insidansını arttırmaktadır. Bu durum da ekonomik kayıplara sebep olmaktadır.

Hayvancılık işletmelerinde kaliteli yeşil kaba yemin yılın her döneminde temininin mümkün olmamasının nedeni gerek yeşil yemlerin yılın sadece belli bir döneminde üretiminin yapılması gerekse çoğu bölgede yılın 12 ayı merada otlatmanın mümkün olmamasıdır. Bu durum nedeniyle, kaliteli kaba yeşil yemlerin kış mevsiminde hayvanların tüketimine sunulabilmesi için konservasyon metotlarının uygulanması gerekir.

Yeşil kaba yemlerin su içerikleri yüksek olduğundan bu yemlerin konservasyonunda kurutma veya silolama uygulanarak depolanmaları gerekir. Kurutma, biçilmiş hasıl yemlerin kuru madde içeriklerinin yaklaşık % 85 düzeyine

kadar yükseltilmesi amacıyla doğal ya da yapay kurutma yöntemleriyle konservasyonudur. Diğer bir konservasyon metodu olan silolama ise kuru madde içeriğinin yükseltilmesi amacıyla belirli bir süre soldurulan, parçalanmış yeşil yemlerin anaerobik koşullar altında fermentasyona maruz bırakılmasıdır.

Silaj yem denildiğinde ilk akla gelen mısır silajı olmasına karşın yeterli kuru madde ve kolay fermente olabilir karbonhidrat içeriğine sahip her türlü yeşil yem bitkisiden ve gıda sanayi yan ürünlerinden de silaj yapmak mümkündür. Silajı kolay yapılan yemler yapılarında yeterli miktarda kolay fermente olabilir karbonhidrat içermeleri ve buffer kapasitelerinin düşük olmaları nedeniyle rahat silolanabilirler. Silajı güç yapılan yemler ise kolay fermente olabilir karbonhidrat içeriklerinin düşük, buffer kapasiteleri ve ham protein içeriklerinin yüksek olması nedeniyle silolamada çeşitli silaj katkı maddelerinin kullanımı gerekmektedir.

Ülkemizde hayvansal üretim yönünden önemli potansiyele sahip olan Doğu Anadolu, İç Anadolu, Marmara, Ege ve Karadeniz Bölgelerinde başlıca silajlık mısır olmak üzere diğer yem bitkilerinin de üretimi yapılmaktadır. Bununla beraber, mevcut olan durum ülkemiz hayvancılığı için ihtiyaç duyulan kaliteli kaba yemi karşılayamamaktadır. Hayvancılık işletmelerinde yem hammadde temininde ve maliyetinde yaşanan güçlükler tüm dünyada yaygın bir sorundur. Özellikle ülkemizde yem hammaddelerinin fiyatlarındaki dalgalanmalar, üretim miktarları ve kalitelerinde yaşanan yetersizlikler ve piyasaya arzlarında yaşanan sıkıntılar araştırmacıları çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılabilecek alternatif yem kaynakları ile ilgili çalışmalar yapmaya yöneltmiştir.

Alternatif yem kaynakları, besin madde içerikleri yönünden benzeyen yemlerin birbirleri yerine kullanılmasına olanak sağlayarak yem giderlerinin azaltılmasında önemli bir rol oynayabilir. Diğer bir ifadeyle, alternatif yem hammaddeleri rasyonlarda uzun yıllar boyunca düzenli ya da sürekli olarak kullanılmayan, besin madde bileşimleri net olarak ortaya konulmamış veya rasyonlarda maksimum kullanım miktarları tam olarak belirlenmemiş olan potansiyel yem özelliği taşıyabilen kaynaklar olarak tanımlanabilir. Son yıllarda gıda endüstrisi yan ürünlerinden olan meyve ve sebze posalarının önemli birer alternatif yem kaynağı olabileceğine dair araştırmalar (Ebeid, et al., 2015; Sargın ve Denek, 2017; Keklikci ve Selçuk, 2018) mevcuttur. Ülkemizde agro-endüstriyel gıda sanayi yan ürünleri mevsimsel olarak fazla miktarlarda açığa çıkan ürünler olduğundan taze olarak ruminant beslemede

kullanılabildikleri gibi kurutularak ya da silolanarak yıl boyunca kullanılabilirler. Silaj materyalinin uygun koşullar altında silolanması ve bu koşulların sürekliliğinin sağlanması anaerobik ortam ve laktik asit bakteri sayısının artması ile mümkün olmaktadır. Laktik asit bakterilerinin fermentasyonu sonucu oluşan organik asitler pH'yı düşürerek zararlı anaerobik mikroorganizmaların üremesini baskılar. Silajda bozulmaya ve kızılmaya sebep olan aerobik bakterilerin, maya ve mantarların gelişiminin önlenmesi ya da yavaşlatılması için anaerobik koşulların devam ettirilmesi zorunludur. Yapılan bu çalışmanın amacı dut posasının farklı düzeylerde çayır otuyla birlikte silolanmasının silajın kimyasal bileşimine, silaj mikrobiyolojisine ve *In vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

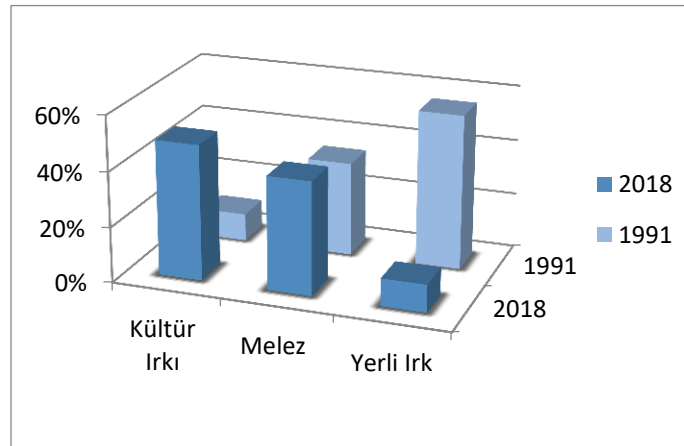
2.1. Ülkemiz Hayvancılığına Genel Bakış

TÜİK (2020a)'e göre, Ülkemizde 2019 yılında bir önceki yıla göre büyükbaş hayvan varlığında ortalama %3,8, küçükbaş hayvan varlığında ise ortalama %5,1 artış gerçekleşmiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. 2018-2019 yılları arasında tür ve ırklara göre hayvan sayıları ve değişimler (TÜİK, 2020a)

Hayvan Türleri	2018 Yılı	2019 Yılı	Değişim %
Büyükbaş	17 220 903	17 872 331	3,8
Sığır	17 042 506	17 688 139	3,8
Kültür	8 419 204	8 559 855	1,7
Kültür melezi	7 030 297	7 554 625	7,5
Yerli	1 593 005	1 573 659	-1,2
Manda	178 397	184 192	3,2
Küçükbaş	46 117 399	48 481 479	5,1
Koyun	35 194 972	37 276 050	5,9
Yerli	32 513 293	34 199 467	5,2
Keçi	10 922 427	11 205 429	2,6
Kıl keçisi	10 698 553	10 964 374	2,5
Tiftik keçisi	223 874	241 055	7,7
Toplam	63 614 512	66 615 728	100

TİGEM (2019)'a göre, Ülkemizde 1991-2018 yılları arasında kültür ırkı sığır ve melezlerinin sayısının giderek artmasına karşın, yerli ırk sığır varlığımız %56'dan %10'a düşmüştür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. 1991-2018 yıllarında kültür ırkı, melez ve yerli ırk sığır sayısındaki değişim

Hayvan beslemede çiftlik hayvanlarına günlük olarak canlı ağırlığının %2,5’u kadar kuru ot ya da %10’u kadar yeşil ot temin edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Nitekim 500 kg canlı ağırlığa sahip bir hayvanın yaşama payı gereksinimini karşılamak amacıyla günlük yaklaşık 12,5 kg kaliteli kuru ota ihtiyaç duyulmaktadır (Gökkuş, vd., 2000). Kültür ırkı hayvan sayısındaki bu artışlar yem ihtiyacını da arttırmaktadır. 500 kg ağırlığındaki kültür ırkı bir sığırla 250 kg ağırlığındaki yerli ırk bir sığırın yem tüketimi aynı olmayacağından hesaplamalar bir büyükbaş hayvan birimi (BBHB) üzerinden gerçekleştirilir. 23419 sayılı ve 31.07.1998 tarihli Resmî Gazete’de yayınlanan Mera Yönetmeliği’nin 6.Maddesine göre; 500 kg canlı ağırlığındaki bir kültür ırkı süt ineği, bir BBHB olarak değerlendirilir. Ülkemiz 2019 yılı BBHB’ne göre hayvan sayısı Tablo 2.2’de sunulmuştur (TÜİK, 2020b).

Tablo 2.2. 2019 yılı Büyükbaş Hayvan Birimine (BBHB) göre hayvan sayısı (TÜİK, 2020b)

Hayvan türü	Sayısı	Hayvan Birimi	BBHB
Sığır			
Kültür	8 559 855	1	8 559 855
Melez	7 554 625	0,75	5 665 968
Yerli	1 573 659	0,50	786 829
Toplam Sığır	17 688 139		15 012 652
Manda	184 192	0,90	165 772
Toplam Büyükbaş	17 872 331		15 178 424
Toplam Koyun	37 276 050	0,1	3 727 605
Toplam Keçi	11 205 429	0,08	896 434
Toplam Küçükbaş	48 481 479		4 624 039
Toplam BBHB	66 353 810		19 802 463

Ülkemizdeki 19 802 463 BBHB hayvan için yıllık olarak yaklaşık 90 348 737 ton (12,5 x 19 802 463 BBHB x 365) kaliteli kuru ota ihtiyaç olduğu görülmektedir. TÜİK (2020c)’e göre 2019 yılında ülkemizde tarım alanlarından elde edilen yeşil yem bitkisi miktarı 54 971 364 ton olup (Tablo 2.3), bu değer 1/4’ü alınarak hesaplanan kuru ot miktarı (4342 Sayılı Mera Kanunu’na göre) 13 742 841 tondur. Ülkemiz 2019 yılı toplam çayır-mera alanı yaklaşık 14 600 000 ha ve yedi coğrafi bölgenin kuru ot (kg/ha) verimlerine göre hesaplanan toplam kuru ot üretim miktarı yaklaşık 8 027 288 tondur (TÜİK,2018a). Çayır-mera alanı ve ekimi yapılan yem bitkilerinden elde edilen kuru ot miktarı toplamda yaklaşık 21 770 129 tondur. Bu değerlere göre toplam kuru ot ihtiyacından (90 348 737 ton) toplam kuru ot üretimini (21 770 129) çıkardığımızda yaklaşık 68 578 608 ton kaliteli kuru kaba yem açığımız olduğu görülür. Okcu (2020) tarafından TÜİK 2019 verileri ve 7 coğrafi bölgeye ait

kuru ot üretim miktarları kullanılarak yapılan benzer bir hesaplama göre yıllık 91 782 385 ton kaliteli kaba yem ihtiyacı olduğu belirtilmiştir. Ülkemizde üretilen toplam kuru ot miktarının 23 391 891 ton olduğu ve bu durumda kaliteli kaba yem açığının 68 390 494 ton olduğu hesaplanmıştır (Okcu, 2020). Her iki hesaplama göre mevcut olan kaba yem açığının büyük bir kısmı genellikle sap, saman gibi tarımsal artıklardan, konsantre yem veya yem karmalarından ve agro-endüstriyel yan ürünlerden karşılanmaya çalışılmaktadır. Bununla beraber, kullanılan tarımsal artıkların sindirilebilirliğinin ve değerlendirilebilirliğinin düşük olması, ülkemizde agro-endüstriyel yan ürünlerin yeterli ve etkin bir şekilde değerlendirilememesi ve özellikle besi yemi, süt yemi gibi konsantre yem karmalarının fiyatlarının ham maddeler yönünden dışa bağımlılığa bağlı olarak yüksek olması hayvansal ürünlerin maliyetini artırmaktadır. Diğer bir ifadeyle ülkemiz hayvancılığında kaliteli kaba yem temini ve sürekliliğinin sağlanması çözüm bekleyen en önemli sorundur.

Tablo 2.3. 2019 yılı yem bitkisi (yeşil ot) üretim miktarı (TÜİK, 2020c)

Yem Bitkisi	Miktar (ton)
Korunga	1 781 789
Burçak	14 855
Mısır (hasıl)	152 417
Mısır (silajlık)	25 499 870
Bezelye	283 928
Fiğ	4 303 868
Üçgül	67
Yonca	17 949 264
Yulaf	3 155 797
Tritikale	274 136
İtalyan çimi	616 709
Arpa (hasıl)	466 979
Çavdar (hasıl)	71 998
Buğday (hasıl)	399 687
Toplam (Yeşil Ot)	54 971 364

2.2. Kaba Yemler

Birim hacimde sindirilebilir besin madde yoğunluğu az ve kuru madde (KM)'sinde %18 ve üzerinde ham selüloz kapsayan yem maddeleri kaba yem olarak tanımlanır. Yapısal karbonhidratça zengin bir yapıya sahip olan kaba yemlerin hücre duvarı başlıca selüloz, hemiselüloz, pektin, silika ve ligninden oluşmaktadır. Bu bileşiklerin miktarı bitki olgunlaştıkça artar ve kaba yemin sindirilebilirliğinin azalmasına sebep olur. Bu nedenle kaba yemin sindirilebilirliği karbonhidrat oranı ve yapısıyla yakından ilişkilidir. Kaba yemlerin besin madde kompozisyonları

vegetasyon dönemine, bağlı oldukları familyaya, iklime, gübrelemeye, toprak yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Hayvan beslemede kullanılan kaba yem kaynaklarını başlıca çayır ve meralar, ekimi yapılan yem bitkileri ve bunların konservasyonu ile elde edilen kuru ot ve silajlar, baklagil ve buğdaygil samanları oluşturmaktadır (Ergün, vd., 2016)

2.3. Silaj

Silajın kaba yemlerin konservasyonu amacıyla yaklaşık 3000 yıldan daha uzun süredir kullanıldığı ifade edilmektedir (Woolford, 1984). 21.yüzyılda silaj ile ilgili bilimsel araştırmaların yoğun olarak yapılması ve yayımlanması ile birlikte silaj Avrupa ülkelerinde ve Amerika’da popülerlik kazanmıştır. Günümüzde de silaj yapımı ruminant beslemede kaba yemlerin konservasyonunda en sık uygulanan metottur. Silaj yapımında fermentasyon süreci mikroorganizma faaliyetleri ile gerçekleştirilir ve mikroorganizmaların süreçteki varlıklarına ve rollerine ilişkin artan bilgiler ışığında konservasyon tekniklerinde gelişmeler sağlanmaktadır (Avila and Carvalho, 2019).

Silaj, yeşil kaba yemlerin biçimi takiben içerdikleri besin madde düzeylerinin en iyi şekilde muhafaza edilmesine imkân sunması ve yemlemede kolaylık sağlaması nedeniyle ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan sulu kaba yem kaynağıdır (Mahanna and Chase, 2003). Silaj, kolay fermente olabilen karbonhidrat içeriğine sahip yeşil yemlerin veya posaların anaerobik ortamda laktik asit (LA) bakterileri yardımıyla fermentasyona maruz bırakılmasıyla elde edilen konserve kaba yemdir. Silaj yapımının amacı, mümkün olan en az besin maddesi kaybı ile yemleri saklamaktır (Kellems and Church, 2002). Nitekim silolamada fermentasyona bağlı olarak oluşan asidite aynı zamanda silajda KM kayıplarına da neden olabilmektedir. Silaj yapımında fermentasyon sırasındaki KM kayıplarının mümkün olduğunca en az düzeyde tutulması hedeflenir. Yemlerin silolanmasının nişasta-protein matriksinin mikrobiyal proteolizisi sonucu serbest kalan nişastanın rumende parçalanabilirliğini de arttırabileceği belirtilmektedir (Hoffman, et al., 2011; Carvalho, et al., 2017). Silaj yapımında, silolanan yemin bileşimi fermentasyon sırasında mikrororganizmalar için substrat kaynağını oluşturduğundan, sıcaklık ve nem gibi çevresel koşullar ile anaerobik ortamın sağlanması silajın kalitesi üzerine etkilidir. Silaj yapımında kullanılan yem bitkilerinin niteliklerinin farklılık göstermesi, silolanan materyaldeki mikroorganizma popülasyonu ve bu popülasyonun gelişmesini stimüle ya da inhibe

eden koşullar silaj fermentasyonu üzerine etkili olduğundan silajın kalitesini ve niteliğini etkilemektedir (Avila and Carvalho, 2019).

Hayvanların yeşil ve taze yem ihtiyaçlarını karşılamak yılın sadece belli dönemlerinde mümkün olduğundan, silaj suca zengin kaba yem ihtiyaçlarının karşılanmasında da büyük önem taşır. Silaj birçok ülkede ruminant beslemede yaygın olarak kullanılmaktadır (Weinberg and Muck, 1996). İyi bir silaj birim alandan üretilen yem kaynaklarının kullanımını önemli düzeyde artırmaktadır (Kellems and Church, 2002).

Silaj yapımında en önemli prensip, mümkün olan en kısa sürede LA ile düşük pH değerine ulaşmak ve anaerobik şartları sürdürebilmektir (McDonald, et al., 1991). Bu süreç, 4 faza ayrılabilir. Birinci faz, aerobik fazdır. Fakültatif aerobik mikroorganizmaların faaliyeti ve bitki materyalinin solunumu sonucu silo içerisinde mevcut olan atmosferik oksijenin hızlı bir şekilde (birkaç saat) tüketilmesini içerir. İkinci faz, fermentasyon fazıdır. Bu fazın süresi veya fermentasyonun yoğunluğu kullanılabilir substrat varlığı ve dominant mikroorganizmaların üreyebilmesi için gereken ortam koşullarına (pH ve anaerobik ortam) bağlıdır. En önemli substratlar suda eriyebilir karbonhidratlardır. Çoğu laktik asit bakterisi (LAB), kompleks karbonhidratları parçalayabilme yeteneğine sahip değildir (Axelsson, 2004). Bu durum LAB ile aynı substrat için yarış halinde olan diğer bakteriler için de geçerlidir. Nişasta ve hücre duvarı karbonhidratları, küfler hariç, silaj içerisindeki çoğu mikroorganizma tarafından değerlendirilemezler. Nişastanın basit şekerlere hidrolize olması sonrasında silajdaki pH'nın düşmesi gerçekleşir (Carvalho, et al., 2017). *Bacillus subtilis* yada bazı küfler gibi mikroorganizmalar ürettikleri fibrolitik enzimlerle hücre duvarı karbonhidratlarını (özellikle hemiselülozu) hidrolize ederek pentozları açığa çıkarabilirler. Yine de silo içerisinde hangi mikroorganizmanın bu enzimatik aktiviteden sorumlu olduğu kesin olarak bilinmemektedir. Bu fazda anaerobik ortamdan dolayı *Clostridium* türlerinin neden olduğu proteolitik aktivite de gerçekleşebildiği gibi diğer mikroorganizmaların enzimleri ve hatta bitkisel proteolitik enzimler aktif de kalabilirler (Avila and Carvalho, 2019).

Fermentasyon fazı, silonun anaerobik şartlara ulaşmasıyla başlar ve silajı yapılan bitkinin kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerine ve silolama şartlarına göre birkaç gün ile birkaç hafta sürer. Bu fazda farklı grup anaerobik mikroorganizmalar kullanılabilir besin maddeleri için yarışmaya girerler. İyi

sıkıştırılmış ve korunmuş bir silajda LAB fermentasyonda hızlı bir şekilde dominant hale geçerler. Böylece glukoz, früktoz, süktroz gibi şekerlerin fermentasyonuna bağlı olarak açığa çıkan LA miktarının asetik asit (AsA) miktarından daha fazla olması sonucu silaj pH'sında hızlı bir düşüş gerçekleşir. Üçüncü faz stabil fazdır. Fermentasyon fazının sonuna doğru oluşan ortam çoğu mikroorganizma için üreme ve gelişme koşullarını destekleyemez ve böylece silaj stabil faza geçer. Stabil faz, ortamda minimum değişimin olduğu veya hiç değişimin gözlemlenmediği süreci tanımlar. Stabil fazın süresi ortam koşullarının devamlılığına bağlıdır. Diğer bir ifade ile siloya oksijen girişi olmadığı sürece stabil faz devam eder. Fermentasyon fazında olduğu gibi stabil fazda da kompleks karbonhidratların hidrolizi ve proteolizis gibi reaksiyonlar devam eder. Bu reaksiyonlar sayesinde açığa çıkan eriyebilir karbonhidratlar LAB tarafından kullanılır ve protein matriksinin parçalanması ile nişasta sindirimi artar (Carvalho, et al., 2017). Stabil fazda gerçekleşen reaksiyonlar minimal düzeyde olsa da, depolama süresi silajın mikrobiyal populasyon ve fermentasyon ürünleri gibi fermentatif özelliklerini etkilemektedir. Borreani et al., (2014) depolama süresinin silajın pH, laktik, asetik ve propiyonik asit konsantrasyonu, LA/AsA oranı ve amonyak azotu miktarına etkisini inceledikleri araştırmada, silajın depolama süresinin 55 gün yerine 110 gün olması durumunda LA konsantrasyonunun azaldığını, LA/AsA oranının düştüğünü, pH'nın ve AsA konsantrasyonunun yükseldiğini belirtmişlerdir (Avila and Carvalho, 2019).

Silaja oksijen girişi olmadığı ve iyi silolama koşullarının sürekliliği ve silaj pH'sının düşük tutulabildiği silajlarda stabil faz yaklaşık bir yıldan fazla devam edebilir. Bu fazda ortam koşullarını tolere edebilen mikroorganizmaların (*Clostridium*, *Bacillus* türleri vb) sporları inaktif şekilde hayatta kalabilir (Driehuis, 2013). Dördüncü faz silajın hayvan beslemede kullanımıyla başlayan yemlik faz olup aerobik bozulma riskinin olduğu dönemdir. Bu fazda silo açıldığında oksijenle temas kaçınılmazdır. Aerobik bozulma hızı ve yoğunluğu birçok faktöre bağlıdır. Bunların arasında maya veya diğer aerobik mikroorganizmaların popülasyonu, oksijen konsantrasyonu, silaj oluşumunda açığa çıkan metabolitler, pH, ortamdaki karbonhidrat miktarı, ortam sıcaklığı, nem ve buffer kapasitesi en önemli olanlardır (Pitt, et al., 1991). Araştırma sonuçlarına göre silajın açılması sırasındaki maya popülasyonu direk olarak aerobik stabiliteyle ilişkilidir ve maya/küf miktarının 10^5 kob/g'dan yüksek olması aerobik bozulmanın göstergesidir (McDonald, et al., 1991;

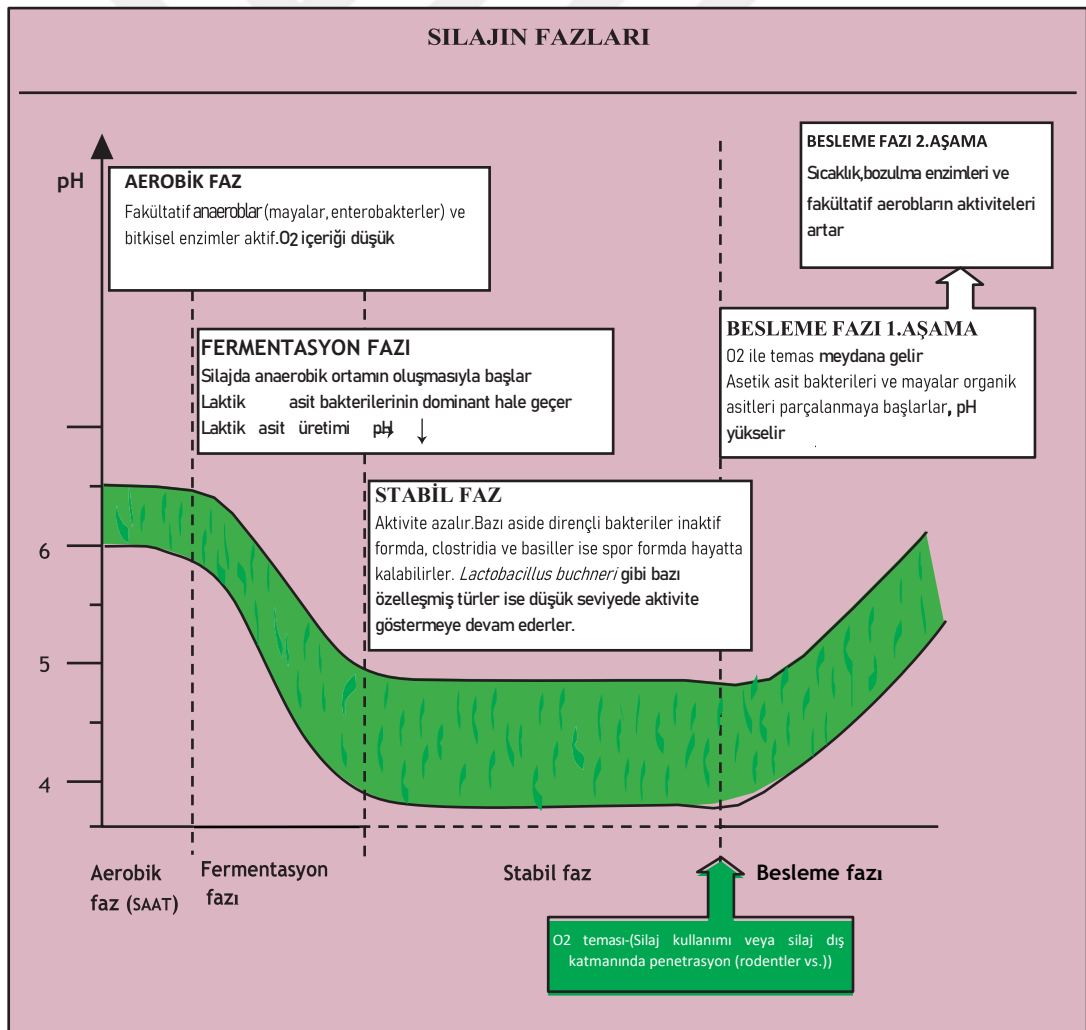
Ranjit and Kung, 2000; Borreani, et al., 2018). Maya ve küf popülasyonu silaj fermentasyonunu ve aerobik stabiliteyi etkiler ancak silajı yapılacak yem bitkisinde başlangıçta yoğun miktarda mayanın ve küfün bulunması her zaman düşük aerobik stabiliteye neden olmayacağını Weinberg, et al. (2011) mısır ve sorgum silajı ile yaptıkları çalışmada saptamışlardır. Diğer bir ifadeyle, başlangıçtaki maya popülasyonu depolama sırasında artabilir, azalabilir veya baskılanabilir. Oldukça yoğun olan mikroorganizma popülasyonu, aerobik bozulmaya neden olan faktörlerin kompleks bir şekilde etkileşime girmesine ve farklı şekillerde bozulmalara neden olabilir (Weiss, et al., 2016). Bununla beraber, bu faz bazen silolama şartları iyi olmadığında özellikle oksijen girişi söz konusu olduğunda daha erken bir dönemde başlayabilir (Honig, et al., 2000). Bu fazda asite dirençli mayalar, ve kısmen AsA bakterileri aktiftir (Moon and Ely, 1979; Spoelstra, et al., 1988). Bu mikroorganizmalar silajın içerisindeki koruyucu asitleri okside ederek pH'nın yükselmesine ve diğer aerobik mikroorganizmaların üremeye başlamasına neden olurlar (Woelford, 1990).

Bu konservasyon metodu hemen hemen bütün yeşil yemlere uygulanabilse de silolanması en çok tercih edilen yem bitkileri arasında çayır ve mera yeşil yemleri ile mısır hasılı gibi buğdaygil yeşil yemleri yer alır. Silaj yapımında, yem bitkilerinin bozulmadan uzun süre saklanabilmesi için gereken temel koşul anaerobik ortamın sağlanabilmesidir. Pratikte bu anaerobik ortam, bitkilerin hasat edilmesi, soldurulması ve parçalanmasının hemen ardından hızlı bir şekilde silolanması ve iyice sıkıştırılarak oksijen ile temasının kesilmesi ile mümkündür. Silolamanın herhangi bir aşamasında silaj materyalinin oksijene maruz kalmış kısımlarında aerobik mikrobiyal aktiviteler başlar ve bu durum silajı yapılan yem bitkisinde bozulmalara ve hatta toksinlerin oluşmasına neden olabilir (Ergün, vd., 2016).

Silaj materyaline oksijen girişinin önlenmesiyle; *Clostridium* ve *Enterobakter* türleri gibi silajda üremesi istenmeyen mikroorganizmaların, hayvan sağlığına zararlı olan fermentasyon ürünlerinin de açığa çıkması engellenmektedir (Ergün, vd., 2016). Yemlerin silolanmasında, bazı mikroorganizma türleri fermentasyon üzerine olumlu etkiye sahipken, bazılarının varlığı ve belli ölçüde gelişimleri fermentasyon üzerine olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Silaj fermentasyonunda LAB istenen, enterobakterler, maya ve mantarlar ise istenmeyen mikroorganizmalar grubunda yer almaktadır. Silajda LAB'nin etkin olması silajın nitelikli ve kaliteli olduğunun,

istenmeyen mikroorganizmaların yoğun olması ise silajda arzu edilmeyen bir fermentasyonun gerçekleştiğinin göstergesidir (Pahlow, et al., 2003).

Yağışlı (tropik ve subtropik) bölgelerde yağmur ve hava koşulları sebebiyle bitkilerin kurutularak konservasyonu oldukça zordur. Böyle iklim koşullarının olduğu bölgelerde genellikle bitkiler erken gelişim evrelerinde ve ıslak şekilde hasat edilirler. Bu nedenle kaba yemlerin kurutma yerine silolanarak konservasyonu önemli bir alternatiftir. Bununla beraber, böyle bölgelerde iyi kaliteli silaj yapabilmek için dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Bu noktalar arasında; ıslak yem bitkilerinin KM miktarının yükseltilmesi için bir miktar soldurulması, silaj katkı maddesi (organik asit, inokulant vb.) kullanılması, silajı yapılacak yeşil yem bitkilerinin kolay fermente olabilen karbonhidratlarca zengin materyalle birlikte silolanması (buğdaygil yeşil yemleri, meyve posası, melas, tahıl vb.) sayılabilir (McDonald, et al., 1991).



Şekil 2.2. Silajın fazları (Oude, et al., 2002'den uyarlanmıştır)

2.4. Silaj Mikrobiyolojisi

Silaj yapımında kullanılan silaj materyali başlangıçta steril olmadığından fermentasyonun başlangıcı yem bitkisinin doğal mikroorganizma yüküyle, kontaminantların varlığıyla ve/veya ilave edilen inokulantlarla ilişkilidir (Avila and Carvalho, 2019).

Silajın yoğun bir mikroorganizma yükünün olmasına rağmen bazı bakteri grupları ile çok daha yaygın olarak karşılaşmaktadır. *Firmicutes* ve *Proteobacteria* türlerinin silolama sürecinde oldukça baskın olduğu bildirilmektedir (Ogunade, et al., 2017; Liu, et al., 2019). Bu türler içerisinde LAB ve propiyonik asit bakterileri gibi fermentasyonda arzu edilen mikroorganizmalar bulunduğu gibi, *Enterobacteriaceae* ailesine ait olan AsA bakterileri, spiroform bakteriler (*Bacillus* ve *Clostridium*) ve *Listeria* gibi istenmeyen bakteriler de bulunabilir (Pahlow, et al., 2003). Ayrıca bazı mantar ve küf türlerinin silaj içerisindeki fermentasyon sürecine bağlı olarak çok ya da az miktarlarda bulunabildikleri de ifade edilmektedir. Son yıllarda bilimsel gelişmeler ışığında ve moleküler tekniklerin kullanımıyla bu bakteri gruplarının silajda karşılaşılan en sık türler olduğu bildirilmektedir (Muck, 2013; Guan, et al., 2018; Keshri, et al., 2018).

2.4.1. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri, gram pozitif, sporsuz, hareketsiz, çubuk veya kok şeklinde, asit ortama dayanıklı, karbonhidratları ve alkollerini fermente ederek LA oluşturan bakterilerdir (Pitt, 1990). Bu bakterilere örnek olarak *Carnobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Aerrococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella* türleri verilebilir. Laktik asit bakterileri organik asitler, aseton, hidrojen peroksit, antifungal peptitler ve bakteriyosinler gibi çeşitli antimikrobiyel ajanları üretebilme kapasitesine sahiptir. Ürettikleri bu bakteriyosinler sayesinde, özellikle *Staphylococcus aureus*, *Listeria spp.*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* gibi istenmeyen bakterilerin çoğalmalarını baskılayabilirler (Messi, et al., 2001).

Laktik asit bakterileri mikroaerofilik veya anaerobik ortamlarda faaliyet gösterebildiklerinden aerotolerant anaerob mikroorganizmalar olarak da adlandırılırlar (Muck, 2010). Silajda bulunan LAB homofermantatif ve

heterofermantatif LAB olarak iki gruba ayrılmaktadır. Homofermantatifler 1 mol glukozdan 2 mol LA açığa çıkarırken, heterofermantatifler 1 mol LA, 1 mol CO₂, 1 mol etanol ya da AsA üretirler (Muck, 2010). Genel olarak silaj yapımında homofermantatif LAB'nin dominantlığı tercih edilir. Çünkü LA, hem AsA'den daha güçlü bir silaj asididir hem de AsA üretiminde görülen KM ve enerji kayıpları LA üretiminde daha azdır (Weinberg and Muck, 1996).

Silajın fermentasyon fazında, dominant mikroorganizmalar tarafından yoğun şekilde fermentasyon gerçekleştirilir. İyi sıkıştırılmış ve yeterli miktarda eriyebilir karbonhidrat içeren silajlarda LAB böyle ortama adapte olabilme özelliklerinden dolayı daha baskın duruma geçerler. Laktik asit bakterilerinin epifitik yoğunluğu ve popülasyonu oldukça değişkendir ve bu durum fermentasyon sürecini etkiler. Eğer süreçte LAB dominant ise fermentasyon LA fermentasyonu şeklinde gerçekleşir. Bununla beraber, yoğun şekilde gerçekleşen homofermantatif veya heterofermantatif fermentasyon varsa bu durum AsA/LA oranını 1:1 den 6:1'e değiştirebilir (Kung, et al., 2018). Eğer LA üretimi pH'nın istenilen düzeye düşmesini sağlayacak miktarda değilse *Clostridium*, *Listeria* ve propiyonik asit bakterileri gibi mikroorganizmalar üremeye başlarlar ve zararlı bir takım yan ürünler açığa çıkarırlar (Avila and Carvalho, 2019).

2.4.2. Bütirik Asit Bakterileri (*Clostridium spp.*)

Silajda *Clostridium* bakterileri ya bitkisel kaynaklı ya da toprak kaynaklıdır. Silaj materyalinin dışkı ile kontamine olduğu durumlarda da clostridial üremeler yoğun olarak gerçekleşir. *Clostridium* bakterilerini sakkarolitik ve proteolitik olmak üzere 2 gruba ayırmak mümkündür. Birinci gruptaki sakkarolitik türler (*Clostridium butyricum* ve *Clostridium tyrobutyricum* gibi) suda eriyebilir karbonhidratları laktik aside ve pH yükseltici etkisi olan bütirik aside fermente ederlerken, ikinci gruptaki proteolitik olanlar (*Clostridium bifermentans* ve *Clostridium sporogenes* gibi) aminoasitleri AsA, bütirik asit, biyolojik aminler ve amonyak gibi çeşitli ürünlere katalize ederler (McDonald, et al., 2011). Protein denatürasyonu sonucu açığa çıkan fazla miktardaki amonyak, yüksek tamponlama özelliği ile silaj pH'ında yükselmeye neden olur. Bu şekilde gerçekleşen fermentasyona “ikincil tip fermentasyon (clostridial fermentasyon)” adı verilir (Weinberg and Muck, 1996). İkincil tip fermentasyonun oluşumunun engellenmesi silaj pH'sının mümkün olan en kısa sürede düşürülmesiyle mümkündür. *Clostridium* türlerinin üreyebildiği optimum

pH aralığı 7,0-7,4'tür. Asidik ortamı tolere edemezler ve pH 4,2 de genellikle çoğalmaları durur. Ancak üremek için nemli ortama ihtiyaç duyarlar. Çok nemli otlarda (örneğin silaj KM miktarı 150 g/kg civarında) pH değeri 4'ün altına düşürülebilse dahi üremeye devam edebilirler. Üremelerinin kısıtlanması için silajda KM düzeyinin yaklaşık 300 g/kg civarında olması gerektiği ifade edilmektedir. Silaj KM miktarının 400 g/kg civarında olması durumunda ise üremeleri durdurulabilir. Silajın prezervasyonuna olan olumsuz etkileri dışında yemlerde bulunan *Clostridium* türlerinin hayvan sağlığı üzerine de zararlı etkileri vardır. At ve ineklerde *Clostridium botulinum*'un sebep olduğu botulizm vakaları bildirilmiştir (McDonald, et al., 2011). Silajda propiyonik asit konsantrasyonunun yüksek olması (>%0,3-0,5) genellikle *Clostridium propionicum*'un neden olduğu clostridial fermentasyonun bir sonucu olduğu bildirilmektedir (Kung, et. al., 2018).

Bazı *Clostridium* türleri (sakkarolitik) şekerleri bütirik aside fermente edebilirler, bazıları laktik asidi bütirik aside dönüştürürler ve bazı türler de proteolitiklerdir. Bütirik asidin varlığı ile birlikte LA konsantrasyonu da normalden daha düşük değerlerde olan clostridial silajlar, yüksek pH, yüksek AsA ve amonyak azotu ile karakterizedir. Bu silajlar yüksek selüloz içeriğine sahiptirler ve KM sindirilebilirlikleri, eriyebilir besin maddelerinin parçalanmasından ötürü düşük düzeydedir (Mills and Kung, 2002). *Clostridium* türlerinin hakim olduğu silajlarda hayvanların performansları üzerine olumsuz etkileri olan putresin, kadaverin, tiramin ve histamin gibi biyolojik aminler yüksek konsantrasyonlarda bulunabilirler (Scherer, et al., 2015). *Clostridium* türleri yüksek osmotik basıncı ve düşük pH derecelerini tolere edemezler. Silonun kapatılmasının veya soldurma fazının uzun tutulduğu silajlarda fermente olabilen şeker miktarları azalır ve clostridial fermentasyon riski artar (Mills and Kung, 2002). Yüksek konsantrasyonda bütirik asit içeren (>50-100 g/gün) silaj tüketen süt ineklerinde ketozis gelişebilir ve silajın enerjisinin düşüklüğü sebebiyle yem tüketimi ve süt verimi azalabilir (Oetzel, 2007).

2.4.3. *Listeria spp.*

Listeria türleri mikroaerofilik şartlara ihtiyaç duyan fakültatif anaerobik bir mikroorganizmadır. Diğer bir ifadeyle bu bakterinin silaj içerisinde yaşayabilmesi ve üreyebilmesi için oksijen varlığı gereklidir (Fenlon, 1986). Farklı bitkilerden yapılan silajlarda *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. welshimeri*, *L. grayi*, *L. seeligeri* ve *L. ivanovii* identifiye edilmiştir (Ryser, et al., 1997; Santos, et al., 2013; Durmaz, et al.,

2015; Nucera, et al., 2016). Bakterinin sütteki kontaminasyonu kontamine silaj veya bu silajla bağlantılı olan mastitis olgusu olabilir. *Listeria* türleri ile kontamine silaj ve kontamine süt arasındaki yüksek korelasyona ilişkin yapılan çalışmalarda sütteki listeria kontaminasyonunun ana kaynağının kontamine silaj olduğu bildirilmiştir (Schoder, et al., 2011).

Listeria türleri bitkisel mikrobiyatanın bir parçasıdır (Pahlow, et al., 2003; Santos, et al., 2013) ve silaj fermentasyonu sırasında hayatta kalıp üreyebilirler. Bu bakterinin silajdaki asidik koşullarda ve farklı sıcaklık derecelerinde yaşayabilme yeteneği silajda varlığını sağlayan iki önemli nedendir (Abbas and Jaber, 2010). Bu bakterinin üremesinin engellenmesi üzerine silaj pH'sı en önemli inhibitör faktördür ve pH'nın hızla düştüğü iyi korunmuş silajlarda *Listeria* populasyonunun azaldığı belirtilmektedir. Bununla beraber, silaj pH'sının bu mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı olduğuna dair ortak bir görüş birliği yoktur. Bu bakterinin inhibisyonu için pH <4,4 olması gerektiği bildirilmesine rağmen (Pauly, 2009), *Listeria* türlerinin pH'sı 4'e yakın veya 4'ün altında olan silajda da üreyebildiği belirtilmiştir (Ryser, et al., 1997; Abbas and Jaber, 2010).

Düşük KM içeriğine sahip toprakla kontamine olmuş silajlarda meningoensefalit, anterior üveit ve abortla sonuçlanabilen plasentitis gibi enfeksiyonlara neden olmasıyla bilinen *Listeria monocytogenes* bulunma ihtimali söz konusudur. Bu tip silajları tüketen ruminantlarda (özellikle koyunlarda) listeriosis'e bağlı ölümler gerçekleşebilir (McDonald, et al., 2011).

2.4.4. Enterobakterler

Silaj kaynaklı enterobakterler; AsA bakterileri veya koliform bakteriler olarak tanımlanırlar ve genellikle bitkilerde çok düşük miktarlarda bulunurlar. Fakültatif anaerobiklerdir ve suda eriyebilir karbonhidratlar için LAB ile yarış halindedirler. Bu gruptaki bakteriler karbonhidratları AsA, etanol ve hidrojen gibi ürünlere fermente ederler (McDonald, et al., 2011). Enterobakterler genellikle fermentasyon başlangıcında daha yoğundurlar ve enzimlerinin uzun süreli depolamalarda aktif olabilmeleri mümkündür (Avila and Carvalho, 2019). *Clostridium* türlerine benzer şekilde yüksek konsantrasyonda amonyak üretimi ile sonuçlanan aminoasit dekarboksilasyonu ve deaminasyonunu gerçekleştirebilirler. Bu organizmaların ihtiyaç duyduğu optimal pH yaklaşık 7 civarındadır ve genellikle fermentasyonun

erken aşamalarında aktiftirler. Silajlarda yaygın olarak bulunanları *Escherichia coli* ve *Erwinia herbicola*'dır (McDonald, et al., 2011).

2.4.5. *Bacillus*

Silajda baskın olan aerobik sporatif bakteriler *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. coagulans*, *B. sphaericus*, *B. cereus*, *B. polymyxa*'dır (Pahlow, et al., 2003; Driehuis, et al., 2018). *Bacillus* türleri şekerleri organik asitlere (AsA, LA ve bütirik asit), etanole, 2,3- butanediol ve gliserol gibi ürünlere parçalarlar. Bununla beraber, LAB ile substrat için yarışır (Pahlow, et al., 2003). Çoğu aerobik sporatif bakterilerin varlığı silaj pH'sının başarılı bir şekilde düşürülemediği silaj bölgelerinin olması veya aerobik bozulmanın başlangıcıyla ilişkilidir. Bununla beraber, silaj pH'sındaki düşüşün bu bakterilerin üremelerini baskıladığı düşünülmemelidir (Pahlow, et al. 2003). *B. sporothermodurans*, *Geobacillus stearothermophilus*, *B. polymyxa*'nın Hollanda'da (Driehuis, et al., 2013; Driehuis, et al., 2016) ve *B. subtilis/amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* ve *B. megaterium*'un Brezilya'da (Pinto, et al., 2018) ısıtma işlemi görmüş sütlerden tanımlanmış aerobik sporatif bakteri türleridir (Avila and Carvalho, 2019).

Bu türler biçimi yapılan otların en yaygın kontaminantlarıdır fakat iyi korunmuş silajlarda LA varlığından dolayı üremeleri kısıtlanır. Ancak oksijenle temas etmiş silajlarda oldukça yoğun olarak bulunurlar. *B. licheniformis* ile kontamine silajları tüketen ineklerde gerçekleşen abortlar bu bakteriler ile ilişkilendirilmiştir (McDonald, et al., 2011).

2.4.6. Mayalar ve Mantarlar

Mayalar çevrede yaygın olarak bulunurlar ve geniş bir sıcaklık, pH ve osmolarite aralığında canlılıklarını sürdürebilirler. Silajın yemleme fazında, silaj hava ile temas ettiğinde bu gruptaki mikroorganizmalar asidik ortamı tolere edebilme yetenekleri, oksijen yokluğunda da canlı kalabilmeleri ve LA'yı karbon kaynağı olarak kullanmaları sayesinde hızla ürerler. Silajda maya üremesinin en büyük zararları şeker kamışı gibi suda eriyebilir karbonhidrat miktarları yüksek olan yem maddelerinin silolanması sırasında meydana gelen fazlaca KM kaybı (Carvalho, et al., 2014a; Carvalho, et al., 2014b) ve maya varlığının laktik asitleri kullanmasıyla oluşan düşük aerobik stabilitedir. Yine de silajda maya varlığının olası sonuçları mikroorganizmanın türüne ve metabolizmasına bağlıdır (Pahlow, et al., 2003).

Mayalar fermentasyonun yanısıra aerobik solunum da yaparlar. Aerobik ortam söz konusu olduğunda, üremelerini hızlandırırlar. Anaerobik ortamda ise mayalar birer fermentatördür ve çok fazla miktarda metabolit üretme yetenekleri vardır. Farklı silajlarda en sık görülen maya *Issatchenkia orientalis*'dir (Carvalho, et al., 2014b; Santos, et al., 2015; Carvalho, et al., 2016a; Carvalho, et al., 2017).

Suda eriyebilir karbonhidrat miktarlarının artması, düşük sıcaklık dereceleri (20°C) ve fermentasyon sırasında silaja hava girişi gibi faktörler maya üremesini hızlandırabilir (Weiss, et al., 2016).

Mayalar genel olarak istenmeyen mikroorganizmalardır ancak bu tanımlı kullanırken özellikle *Saccharomyces cerevisiae* türleri gibi probiyotik olarak kullanılan mayalar için dikkat edilmelidir (Vohra, et al., 2016). Duniere, et al., (2015) mısır silajına *Saccharomyces cerevisiae* veya *Saccharomyces paradoxus* inokulasyonunun (10^3 kob/kg) etkileri üzerine yaptıkları araştırmada maya inokulasyonunun silajın besinsel, mikrobiyolojik ve aerobik stabilitesini değiştirmedeği saptanmıştır. Araştırmacılar maya inokulasyonunun silaj yapımında iyi bir strateji olacağını ifade etmişlerdir. Owens and Smiley (2018), maya inokulasyonu ile aerobik stabilitenin korunduğunu, ruminal fermentasyon ile sindirim üzerine olumlu etkisine bağlı olarak et ve süt üretimini pozitif etkilediğini ifade etmiştir.

Küfler silaj yapımının tüm fermentasyon aşamalarında gelişebilirler. Ana bulaşma kaynağı toprak ve bitkilerdir. *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichoderma* ve daha bir çok mantar türünün silolama öncesinde mısır ve çayır otlarından izole edildiği bildirilmektedir (Wambacq, et al., 2016). Bu mantarların silajdaki yoğunluğu fermentasyon aşamalarına göre değişir ve silaj içerisinde küf oluşumunun artması, besin madde kaybına, potansiyel mikotoksin kontaminasyonuna ve aspergillosis gibi hayvansal dokularda koloni oluşturabilen fungal hastalıklara neden olabilir (Puntenney, et al., 2003).

Silajda mikotoksin (küflenme) düzeyi silajın hijyenik kalitesi ile ilişkilidir. Silajdaki mantar varlığı için 4 log kob/g limit olarak kabul edilir (Alonso, et al., 2013). Ancak silajdaki mantar varlığının sayılması silaj içerisinde aktif mikotoksin olup olmadığını belirlemede etkin bir yöntem değildir. Carvalho, et al., (2016a) Brezilya'da 36 farklı silaj örneğinde mantar ve mikotoksin yoğunluğuna ilişkin yürüttükleri araştırmada, silajların %97'sinde mantar yoğunluğunun limit düzeyden

daha düşük olduğunu (4 log kob/g) buna karşın sadece 3 adet silaj örneğinde mikotoksin kontaminasyonunun olmadığını belirtmişlerdir.

Silajda küf oluşumu oksijen varlığı ve yüksek pH değerleri ile de ilişkilidir. Silajlardan izole edilen küflerin çoğu düşük oksijen ve düşük pH değerlerini tolere edemezler ancak bazı türler bu koşullarda da üremeye devam edebilir.

Penicillium roqueforti sensu lato ve *Penicillium paneum sensu stricto* gibi toksisite potansiyeli olan mantarlar sıcaklık artışının olduğu silajlarda bulunurlar (Wambacq, et al., 2016). Tropikal sıcaklıklarda üretilen silajlarda *Aspergillus fumigatus* dominant türdür ve yüksek sıcaklıklarda üreme eğilimi gösterir (Alonso, et al., 2013; Wambacq, et al., 2016; Carvalho, et al., 2016a). Araştırmacılar bu mantarların silajlardaki varlığının; yüksek konsantrasyondaki organik asit varlığına, düşük pH değeri ve düşük oksijen seviyesi ile yüksek karbondioksit seviyelerine adaptasyonları ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Silaj koşullarına adapte olan diğer türler ise *Monascus* ve *Byssoschlamys* türleridir (Alonso, et al., 2013; Wambacq, et al., 2016).

Mikotoksinler küflerin ikincil metabolizma ürünleridir. Diğer bir ifade ile mikotoksinler küflerin üremeleri sırasında açığa çıkan ana ürünler değildir. Mikotoksinlerin oluşumu her küf türü için spesifik olan belli koşulların mevcut olmasına (besin maddesi varlığı, pH, su aktivitesi, sıcaklık, diğer mikroorganizmaların varlığı) bağlıdır (Bennett and Klich, 2003; Vila-Donat, et al., 2018). Mikotoksinler silaj konservasyonunda bir sorun teşkil etmemelerine rağmen, hayvanlar tarafından tüketildiklerinde ölümcül intoksikasyonlara, immun sistemin baskılanmasına, hayvansal verimin ve yem tüketiminin azalmasına, enfeksiyon insidansında artışa ve hormonal dengesizlikler gibi subklinik semptomlara neden olabilmektedir (Bennett and Klich, 2003; Vila-Donat, et al., 2018). Bununla beraber mikotoksinlerle kontamine yemlerin hayvanlar tarafından tüketimi sonucu et ve süt ürünlerine bu toksinlerin geçişleri olmaktadır (Bennett and Klich, 2003; Vila-Donat, et al., 2018). Silolanmış yemlerde sıklıkla görülen mikotoksinler aflatoksinler (*Aspergillus*), okratoksinler (*Aspergillus*), trikotesenler (*Fusarium*), fumonisinler (*Fusarium*), zearalenon (*Fusarium*), mikofenolik asit (*Penicillium*) ve roquefortine C (*Penicillium*)'dir (Wambacq, et al., 2016; Carvalho, et al., 2016a; Ogunade, et al., 2018). Aynı mikotoksinler farklı türlerdeki küfler tarafından da üretilebilirler. Yem maddelerindeki mikotoksinleri önlemenin en etkili yolu silajda mantar oluşumunun önüne geçebilmektir. Bunun için iyi tarım uygulamaları ve uygun depolama

koşullarının sağlanması gereklidir (Wambacq, et al., 2016; Carvalho, et al., 2016a; Ogunade, et al., 2018; Vila-Donat, et al., 2018). Silajla ilişkili olan maya ve mantar türleri arasında *Candida* ve *Torulopsis* türleri de yer almaktadır. Oksijen ile temas etmiş, kokuşmuş veya küflenmiş silajlar hayvanlara yedirilmemelidir (McDonald, et al., 2011).

2.4.7. Enterokoklar

Enterokoklar gram pozitif, katalaz negatif kok şeklinde fakültatif anaerobik özellikteki geniş bir familyayı kapsar (Devriese, et al., 1987). *Enterococcus* türleri çeşitli bitki yüzeylerinde (Cai, et al., 1998) ve hayvan bağırsaklarında (Devriese, et al. 1987) yaygın olarak bulunmaktadır. Kaba yemler ve silajda enterokokların bulunması ve silaj fermentasyonuna katkı sağlayabildikleri belirtilmiştir (Cai, et al., 1998; Lin, et al., 1992a; Lin, et al., 1992b). *E. faecium* ve *E. faecalis* kaba yemlerden izole edilmiştir (Ulrich and Muller, 1998).

2.5. Silaj Fermentasyonunun Organoleptik Niteliği

Bir silaj numunesinin besin madde analizi ve kimyasal analizinin tamamını yapmak maliyetli bir işlemdir. Bu nedenle, silajın fiziksel görünüşü ve kokusu gerçekleşen fermentasyon hakkında ip uçları verebilir.

Fermentasyonun optimum şekilde gerçekleştiği silajlarda (fermentasyonun ana organik asiti laktik asit olduğunda) keskin, belirgin bir koku olmaz, hatta neredeyse kokusuzdur. Ancak çoğu silajda ikincil silaj asiti olarak asetik asidin yüksek konsantrasyonda olması nedeniyle hafif ve uçucu bir sirke kokusu hissedilebilir. Çok yüksek konsantrasyonda AsA içeren silajlar koklandığında burunda ve gözlerde genellikle yanma hissi olur. Aşırı miktarda AsA içeren ıslak silajların sirke kokusuna ek olarak özellikle silajın alt kısımlarının sarı renkte olduğu görülür.

Silajdaki meyvemsi, tatlı koku genellikle iyi bir fermentasyon olduğunu düşündürmesine rağmen gerçekte bu koku çoğunlukla mayaların ve diğer mikroorganizmaların ürettiği alkol (etanol)'den kaynaklanır (McDonald, et al., 1991). Alkol, silaj içerisindeki asitlerle etkileşime girerek esterleri meydana getirir ve bu da meyvemsi bir kokuya neden olur (Kung, et al., 2018).

Silajda mayalar tarafından başlatılan aerobik bozulma süreci sonrası üreyen mikroorganizmaların başında *Bacillus* türleri gelir. Bu tarz silajlarda aerobik

bozulma termofilik basillerin üremesini takiben oluşan ısı artışıyla bir değişime uğrar. Bir silajdan toprak kokusu geliyorsa bu basil üremesinin ve yüksek pH'nın bir göstergesi olabilir. Aerobik yönden stabil olmayan silajlarda ayrıca mantar üremeleri görülebilir ve küf kokusu duyulabilir. Bu tarz silajlar düşük besinsel değerlere sahip olduklarından (Santos, et al., 2015) ve hayvanların üreme, verim, sağlık gibi parametrelerini olumsuz yönde etkileyen mikotoksin içerebileceklerinden hayvan tüketimine sunulmamalıdır (Korosteleva, et al., 2009).

Sakkarolitik *Clostridium* türleri (*C. tyrobutyricum* ve *C. butyricum*) içeren silajlarda, bu bakterilerin şeker ve organik asitleri AsA ve bütirik aside çevirmelerinden kaynaklanan güçlü, tiksindirici bir yağ kokusu hakimdir. *C. sporogenes* gibi diğer clostridia türleri karbonhidratları ve proteinleri fermente ederek amonyak ve biyolojik aminler açığa çıkarırlar. Yoğun şekilde gerçekleşen proteolizis sonucunda leş, bozuk balık veya amonyak benzeri bir koku duyulur. Fermentasyonda *Clostridium* türlerinin baskın olduğu silajlar çamurumsu bir görüntüye sahiptirler. Ayrıca bu silajların düşük enerjili ve yüksek eriyebilir protein içermesinden otürü yem tüketimi oldukça düşük düzeyde gerçekleşir (Muck, 2011).

2.6. Dut ve Dut Posası

Kuzey yarım kürede genellikle ılıman ve subtropik bölgelerde yetiştirilmekte olan dut *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine aittir. Bilimsel adı *Morus* spp. olan meyvenin ilk kültüre edilmesi binlerce yıl öncesine dayanır (FAO, 1990). Günümüzde Asya, Avrupa ve Amerika'nın büyük bir kısmında yaygınlık gösteren dut yetiştiriciliği Kore'den İspanya'ya, Birleşik Devletler' den Brezilya'ya, Çin'den Hindistan'a, Merkez Asya ve Yakın Doğu'ya kadar geniş bir alanda gerçekleştirilmektedir (Sánchez, 2002). Dut yaprağının ipek böceği gıdası olmasının yanı sıra yüksek protein içeriği ve kolay sindirilmesi sebebiyle ruminant beslemede kullanıldığı bildirilmektedir (Huo, 2000).

Beyaz dut *Moraceae* familyası ve bu familyanın *Morus L.* cinsine dahil ağaçlardandır. *Morus L.* 12 kadar türe sahiptir. Bunlar kışın yaprağını döken ağaç ya da boylu çalı şeklindeki odunsu bitkilerdir (Rehder, 1956). Dut ağacının meyveleri insan tüketiminde, yaprakları ipekböceği yetiştirilmesinde, ilaç üretiminde ve hayvan beslemede kullanılmaktadır (Sharma and Zote, 2010). Türkiyede yaygın olarak yetişen 3 farklı dut türü vardır. Bunlar Beyaz dut, Karadut ve Mor duttur. Bu üç tür içerisinde en yaygın ve ağaç sayısı en fazla olanı beyaz duttur. Beyaz dutun doğal

yayılışı ve Türkiye'nin baştanbaşa her yerinde yaygın olarak etkili olduğu, bunu sırasıyla Karadut ve Mor dutun takip ettiği bildirilmektedir (Davis, 1970; Lale ve Özçağırın, 1996). Ülkemizde genellikle meyvesi için yetiştiriciliği yapılan dutun son yıllara ait ortalama yıllık üretim miktarı 71 195 500 kg'dır (TÜİK, 2018b). Dut ülkemizde daha çok kurutularak çerez şeklinde tüketilmekte ve pekmez yapımında kullanılmaktadır (Akbulut, vd., 2007). Bunun yanı sıra işlenmesiyle pekmez, reçel, pestil, dut ezmesi, dut kurusu, meyveli dondurma, cevizli sucuk, sirke, meyve suyu konsantresi, ispiroto gibi birçok farklı ürün elde edilebilmektedir. Dut posası (DP), reçel, pekmez vb. gıdaların üretiminde dut suyu elde edilirken açığa çıkan bir yan ürün olup, çoğunluğu dutun kabuk ve sap kısımlarından oluşan ve işlenmeye alınan taze dut ağırlığının yaklaşık %8'ini oluşturan kısımdır (Elmacı ve Altuğ, 2002). Suda çözünebilir karbonhidrat (%20,85) ve protein (%21,86) yönünden zengin bir yapıya sahip olan DP'nin nötral deterjan fiber (NDF) içeriği %49,06'dır (B. Zhou, et al., 2012). Zhou, et al.,(2014) tarafından yürütülen bir araştırmada dut yaprağı silajı ve güneşte kurutulan DP'nin bitiriş dönemi besi sığırları rasyonlarında %6,3 düzeyinde kullanılabileceği ve rasyona katılan dut ürünlerinin mısır tanesi ve pamuk tohumu küspesi yerine alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Z. Zhou, et al., 2014). Niu, et al.,(2016) tarafından yapılan diğer bir çalışmada kontrol grubu toplam rasyonuna %8 düzeyinde dut yaprağı silajı ve %6,3 düzeyinde güneşte kurutulmuş DP ilave edilerek deneme grupları oluşturulmuştur. Çalışma sonunda her iki yem maddesinin rumende bakteri ve arke popülasyonu üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Niu, et al., 2016).

Ülkemiz hayvancılığının gelişebilmesi için kaliteli yemlerin ucuza temini amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmakta ve projeler yürütülmektedir. DP gibi meyve endüstrisi yan ürünlerinin hayvancılıkta kullanımının yaygınlaşabilmesi için de yeni adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı'nın 84974990-130-69853 sayılı ve 06/03/2017 tarihli yazısında; pekmez imalatından sonra ortaya çıkan üzüm, dut, incir ve harnup posalarının hayvan yemi kapsamındaki tesliminde 01.01.2016-10.02.2016 tarihleri arasında %1 oranında KDV'ye tabi tutulması, 10.02.2016 tarihinden sonra ise KDV'den istisna olması gerektiği belirtilmiştir (GİB, 2020).

Alternatif yem ve gıda maddeleri arayışı insan beslenmesinde olduğu gibi hayvancılık sektöründe de doğal kaynaklara yönelmiş, atık ve artıkların

değerlendirilmesi, işlenmesi ve kullanılması yönünde yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir. Yem maliyetinin düşürülmesi ve doğal beslenmenin sağlanabilmesi amacıyla ucuza ve kolay temin edilebilir ham madde kaynaklarına olan rağbet artmıştır (Garipoglu, 2004). Olası yem materyallerinin kullanılabilirliği bilimsel açıdan değerlendirilmeli ve kimyasal analizlerle yem değerlerinin ortaya konulması gerekmektedir. Bu bağlamda, gıda endüstrisi yan ürünü olarak açığa çıkan domates posasının (Ebeid, et al., 2015; Sargın ve Denek, 2017), elma, şeftali, kayısı posalarının (Yalçınkaya, vd., 2012), elma posasının (Taasoli and Kafilzadeh, 2008), elma ve domates posası karışımının (Abdollahzadeh, et al., 2010), şeker pancarı posasının (Boguhn, et al., 2010; Aldemir ve Karşlı, 2012), üzüm posasının (Özdüven, vd., 2005; Dinić, et al., 2015), DP'nin (B. Zhou, et al., 2012; Niu, et al., 2016) silolanarak hayvan beslemede kullanılmasına ilişkin çalışmalar mevcuttur.

2.7. Çayır Otu Silajı

Çayır otu (ÇO) dünyanın birçok bölgesinde ruminant beslemede taze olarak, kurutularak veya silajı yapılarak kullanılan önemli bir kaba yemdir. Ülkemizin doğusu ve kuzeydoğusu çayır alanları bakımından zenginlik göstermektedir. Bu bölgelerde çayır otları genellikle kurutularak değerlendirilmesine rağmen, silolanmaları (Baytok ve Muruz, 2003; Kaya, vd., 2009) da mümkün olabilmektedir. Silaj, nem oranı yüksek çayır otlarının kurutma işleminin zor olduğu yağışlı dönemlerde, bol yağışlı iklimlerde yem kalitesinin korunmasında veya kurutma işlemi sonrası kalitesinde azalma meydana gelen bitkilerin (mısır, sorgum) konservasyonunda en uygun yöntemdir (Kellems and Church, 2002).

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2018-2019 Su/Tarım Yılı Alansal Yağış Değerlendirmesine göre Karadeniz Bölgesinin normal yağış miktarının diğer bölgelerimize kıyasla ortalama 696,5 mm ile en yüksek olduğu, 2018-2019 yılındaki yağış miktarına bakıldığında ise su/tarım yılı yağış ortalamasının 710.5 mm olduğu bildirilmektedir (MGM, 2020). Doğu Karadeniz Bölgesindeki yağış miktarının fazla olması aynı zamanda biçilen otların kurutulmasını zorlaştırmakta, küflenmelere neden olmakta ve besin madde kayıplarını artırabilmektedir. Bununla beraber, Doğu Karadenizde genellikle yaylacılık faaliyetleri Nisan ayının ortaları ile Kasım ayının sonuna kadar sürmektedir. Yaylaların geleneksel kullanım amaçlarından birisi de mevcut olan ÇO potansiyeli ile hayvanların beslenmesidir (Tunçel, vd., 2004). Bu sebeple çayır

otlarının kurutma yerine silolanması hayvanlara kaliteli kaba yem temininde sürekliliğin sağlanması açısından iyi bir konservasyon metodu olabilecektir.

Çayır otu silajının diğer bitki silajlarına göre birim alandan alınan yıllık verim kapasitesinin yüksek olması ve biçim sayısının fazla olması gibi bazı avantajları söz konusudur (Tomich, et al., 2004). Bununla beraber, ÇO'nun silaj fermentasyonu için gerekli olan kolay fermente olabilen karbonhidrat içeriğinin mısır ve sorgum bitkisine göre daha düşük olması, biçim sırasında daha düşük KM içeriğine sahip olması, buffer kapasitesinin daha yüksek olması ve daha düşük enerji değerine sahip olması gibi nedenlerden dolayı silajının yapılmasında bazı güçlükler söz konusu olabilir (Keady, et al., 2008). Bu nedenle ÇO'nun silolanmasında kolay fermente olabilen karbonhidrat kaynaklarının ve LA bakteri inokulantlarının kullanımı gibi silaj fermentasyonu üzerine olumlu etkileri söz konusu olan çalışmalar mevcuttur (O'Kiely and Moloney, 1994; Baytok ve Muruz, 2003; Güven, 2011; Atalay ve Kamalak, 2018).

2.8. Meyve Posalarının Silaj Yapımında Kullanımı

Meyve ve sebze endüstrinin üretim artıkları olan posaların silaj olarak yem değerinin ortaya konulmasına ve ruminant beslemede kullanılabilirliğine ilişkin birçok çalışmada, posaların yüksek miktarda nem içeriğine sahip olması nedeniyle KM değerlerinin bir katkı maddesi ile yükseltilerek silolanmasının daha iyi olduğuna ilişkin bildirişler mevcuttur (Levendoğlu ve Karşlı, 2010; Savrunlu ve Denek, 2016).

Karbonhidrat bakımından zengin gladiçya meyvesinin ÇO silajı yapımında katkı maddesi olarak kullanıldığı bir çalışma sonucunda (Güven,2011), meyvenin, silajın besin madde bileşimine, fermentasyon değerine, *in vitro* organik madde sindirimi ve *in vitro* gaz üretim parametrelerine, metabolik enerji (ME) düzeyine önemli ölçüde etki ettiği tespit edilmiştir. Meyvenin silaja katılma oranına göre oluşturulan farklı silaj gruplarında, silajın fleig skoru, KM içeriği, *in vitro* gaz üretimi ve organik madde sindirim derecesi artarken, ham protein (HP), ham kül (HK), asit deterjan fiber (ADF), NDF değerleri azalmıştır. Gladiçya meyvesi, Silaja %6 oranında katıldığında Fleig skoru, kontrol grubuna kıyasla 56.0 değerinden 90,46 değerine yükselmiştir. Silajının ME değeri %8.76, organik madde sindirilebilirliği %11.87 ve KM sindirimi %20.28 oranında artırmıştır. Meyve, silaj pH'sını %13.12, NH₃ miktarını ise %46 oranında, düşürmüştür. Çalışma sonucunda kaliteli ÇO silajı

için taze O'ya minimum %3 oranında Gladiçya meyvesinin katılmasının uygun olduğu belirtilmiştir (Güven,2011).

Yapılan bir çalışmada (ifti, vd., 2005), g silolanan yemlerde fermentasyonu desteklemek için arpa kırması ve şeker gibi katkılar yerine elmanın kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yoncanın ana silaj materyali olduğu çalışmada, şeker Grubu %1 şeker, Arpa Grubu %10 arpa kırması ve Elma Grubu %10 elma içerecek şekilde 3 farklı grup oluşturulmuştur. Ayrıca canlı hayvan deneyleri için aynı ağırlıkta (30 kg) 6 adet ivesi toklu kullanılmıştır. Silajlar 45. gün sonra açılmış ve besin madde bileşimleri, bu maddelerin sindirilebilirlikleri ve silajda oluşan fermentasyon ürünleri analiz edilmiştir. Silajlar fiziksel özelliklerine ve fleig puanlamasına göre değerlendirilmiş ve gruplar arasında büyük bir farklılık tespit edilememiştir. Besin madde içeriklerinin, ADF/NDF düzeylerinin, pH ve amonyak değerlerinin  silaj grubunda da benzer değerlerde bulunduğu belirtilmiştir. Yapılan silajlarla beslenen hayvanlarda günlük KM tüketimi ve günlük canlı ağırlık artışı arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir. Rumen içi pH ve amonyak değerleri ile silajın besin maddelerinin sindirilme derecelerinin üç grupta da benzer değerlerde bulunduğu bildirilmiştir. Bulgular göz önüne alınarak yonca gibi g silolanan yemlerin silajı yapılırken, karbonhidrat kaynağı olarak arpa kırması veya şeker yerine elma gibi şeker içeriği yüksek meyvelerin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (ifti, vd., 2005).

Kızılşimşek vd., (2011) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, yonca silajına meyve suyu sanayi yan ürünü olan üzüm, elma ve limon posaları ilave edilmiş ve silaja KM bazında %10 oranında katılan meyve posalarının silaj pH'sını düşürdüğü ve silaj içerisinde meydana gelen proteolizisi azalttığı belirtilmiştir. Posaların silaj katkı maddesi olarak kullanılmasının sindirilebilirlik ve aerobik stabilite üzerine olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, silaj pH'sının inorganik asitler yerine, meyve posalarındaki organik asitlerce düşürülmesinin daha faydalı olduğunu bildirmektedirler (Kızılşimşek, vd. , 2011).

Silaj ana materyali olarak şeker pancarı posası, katkı maddesi olarak da Gladiçya meyvesinin kullanıldığı bir çalışmada (zkan, 2012), elde edilen silajların, hayvanlar tarafından severek tüketildiği belirtilmiştir. Gladiçya meyvesinin kullanım oranı baz alınarak oluşturulan silaj gruplarında KM, HP, ham yağ, HK ve ADF içerikleri ile fleig skorunda artış gözlemlenirken, NDF oranında azalma ve aerobik

stabilitede kötüleşme olduğu tespit edilmiştir. Meyvenin silaj fermentasyon parametrelerine, KM'lerin ve organik maddelerin sindirim derecesine, besin maddelerinin rumende parçalanabilirliklerine kayda değer bir etki yapmadığı belirtilmiştir. Bir birim gladiçya meyvesi ilavesi silajın KM içeriğinde 0.684 ve yem tüketiminde 50.045 birimlik artışlar meydana getirdiği bildirilmiştir (Özkan, 2012).

Yalçinkaya vd., (2012), farklı meyve posalarından üretilen silajlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Kayısı, elma ve şeftali posası silajlarının fleig skorlamasına göre iyi kalitede olduğu, saman ve üre ilavesiyle yapılan meyve posası silajlarının ise pekiyi kalitede olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonunda eğer meyve posasından silaj yapılacaksa ana materyalin KM değerlerinin yükseltilerek silolanmasının daha uygun olduğu ve posa silajlarının doğal birer alternatif kaba yem kaynağı olabilecekleri dile getirilmiştir (Yalçinkaya, vd., 2012).

Yapılan başka bir çalışmada (Kim, et al., 2012), rasyonlara dut yaprağı silajı katkısının Hanwoo cinsi etçi boğalarda hematolojik özellikler ve et kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Kore'deki dut çiftliklerinden toplanan dut yaprakları $2,3 \pm 1,7$ cm. uzunluğunda parçalandıktan sonra hiçbir katkı maddesi kullanılmadan 30 gün boyunca silolamışlardır. Örnekler açıldıktan sonra KM, HP, ham selüloz ve HK yönünden analiz edilmiş ve 1-deoksinojirimisin konsantrasyonu ve gama aminobütirik asit miktarları HPLCE/MS ve HPLC cihazları kullanılarak belirlenmiştir. $622,5 \pm 12,7$ kg canlı ağırlığındaki ve son besi dönemindeki 20 hayvan; kontrol grubu ve test grubu olarak iki gruba bölünmüş, ilk grup sadece total miks rasyonla beslenirken ikinci grup total rasyona %10 oranında dut silajı katkısı eklenerek bir ay süresince besiye alınmıştır. Süreç sonunda kesime gönderilen hayvanlardan et örnekleri alınmış ve analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda dut silajı ilavesinin serum biyokimyasını (özellikle kolesterol konsantrasyonunu) değiştirdiği gözlenmiştir. Araştırmacılar çalışmadan elde ettikleri bulgulara göre dut silajının hayvanlardaki hematolojik özellikler ve etteki yağ asidi ile amino asit kompozisyonlarına olan olumlu etkisi nedeniyle fonksiyonel bir yem maddesi olabileceğini belirtmişlerdir (Kim, et al., 2012).

Canbolat vd., (2013) yaptıkları çalışmada yonca silajına karbonhidrat kaynağı olarak gladiçya meyvesi ilavesinin fermentasyon, *in vitro* gaz üretimi, aerobik stabilite ve silaj mikrobiyolojisi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada yonca çiçeklenme döneminde hasat edilmiş ve 1,5-2,0 cm boyutunda parçalanmış,

sıra ile 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 g/kg KM düzeyinde gladiçya meyvesi ile karıştırılarak 6 ayrı deneme grubu oluşturulmuştur. Yoncaya katılan gladiçya meyvesi düzeyinin artışına bağlı olarak silajların HP, HK, ham yağ, NDF ve ADF değerlerinin azaldığı, suda eriyebilir karbonhidrat ve toplam tanen düzeyinin ise artış gösterdiği bildirilmektedir. Meyve ilave edilen silajların pH 'sında düşme, AsA, bütirik asit ve NH₃-N konsantrasyonlarında da azalmalar görülmüş, aksine LA ve propiyonik asit miktarlarının ise arttığı kaydedilmiştir. Meyve içeren silajlarda LAB'nin ve maya sayılarının arttığı, organik madde sindirilebilirliğinde ve ME değerlerinde yükselmeler olduğu belirtilmiştir. Meyve ilavesi, silaj içerisinde CO₂ miktarını yükselterek aerobik stabilitenin sağlanmasına katkı sağlamıştır. Araştırma sonucunda, gladiçya meyvesinin karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına 80 ile 100 g/kg KM düzeyinde katılmasının faydalı olabileceği bildirilmiştir (Canbolat, vd., 2013).

Narenciye posası silajlarında kimyasal kompozisyon, enerji değerleri ve organik madde sindirilebilirliğinin belirlenmesi amacıyla farklı meyve posalarından silajların yapıldığı bir çalışmada (Ülger, vd.,2017) silaj KM içeriğini arttırmak için her bir gruba farklı miktarlarda kuru yonca otu (%10), saman (%10), mısır hasılı (%50), pancar posası (%50) ilave edilmiştir. Fermentasyona destek olmak için melas (%2) ve LA bakteri inokulantı (%0,8) kullanılmıştır. Silajların ham besin madde analizleri, enerji içerikleri, *in vitro* organik madde sindirilebilirlikleri araştırılmış, organik asit analizleri, metan üretimi ve suda eriyebilir karbonhidrat analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ülkemiz kaba yem açığının kapatılmasında, narenciye posalarının silolanarak değerlendirilmesinin mümkün olduğu ortaya konulmuş ve bu amaçla silolama sırasında silaja belirli oranlarda yonca, mısır hasılı, saman ve pancar posası katılmasının silaj kalitesini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Ülger, vd.,2017).

Atalay ve Kamalak (2018) , ÇO silajına yemlik keçiyoynuzu kırığı ilavesinin silajdaki *in vitro* ve *in situ* parçalanma olaylarına etkisini araştırmışlardır. Yaş ağırlık bazında ÇO'ya % 0, 1.5, 3.0, 4.5 ve 6,0 oranında katılan keçiyoynuzu kırığı ilavesiyle yapılan 3 litrelik deneysel silajlar 60 gün boyunca silolanmış ve bu sürenin sonunda Menke gaz üretim tekniği kullanılarak, silajların *in vitro* gaz üretim değerleri belirlenmiştir. Ayrıca yemlerin rumende parçalanması *in situ* naylon torba tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda keçiyoynuzu kırığının ÇO

silajında silaj KM'sini arttırdığı ancak HP içeriğini ve silaj pH'sını düşürdüğü görülmüştür. Silaja ilave edilen yemlik keçiboynuzu kırığı miktarı arttıkça gaz üretiminin de arttığı ancak protein yıkımının azaldığı kaydedilmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları incelendiğinde yemlik keçiboynuzu kırığı, ÇO silajının *in situ* ve *in vitro* parçalanmasını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür (Atalay ve Kamalak, 2018).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Silaj Materyali ve Silolama

Araştırmanın silaj materyalinden biri olan yaş beyaz DP Gümüşhane İli Torul İlçesi Harmancık (Demircisuyu) Köyü'ndeki Harmangülü Pestil Köme işletmesinden temin edildi. Araştırmanın diğer bir silaj materyali olan ÇO coğrafi koordinatları 40° 38' 36" N ve 40° 05' 22" E olan, Trabzon İli Köprübaşı İlçesine bağlı Arpalı Mahallesiindeki doğal çayır ve mera alanından biçildi (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırmada silaj materyali olarak kullanılan dut posası (DP), çayır otu (ÇO) ve karışımları

Silolama öncesi soldurulan ve parçalanan ÇO ve DP ayrı ayrı ve yaş ağırlıkta %25DP+%75ÇO, %50DP+%50ÇO, %75DP+%25 ÇO olacak şekilde 1 L'lik cam kavanozlara iyice sıkıştırılarak silolandı (Tablo 3.1). Silajlar her bir silolama için tesadüf bloklarına göre düzenlenmiş faktöriyel deneme düzenine göre 5 kavanoz olacak şekilde yapıldı ve 60 gün fermentasyona bırakıldı.

Tablo 3.1. Araştırmada silaj materyali olarak kullanılan dut posası (DP) ve çayır otu (ÇO) karışımları

Silaj Materyali	%DP	%ÇO
DP	100	0
%75 DP+%25 ÇO	75	25
%50 DP+%50 ÇO	50	50
%25 DP+%75 ÇO	25	75
ÇO	0	100

3.2. Yöntem

3.2.1. Kimyasal Analizler

DP, ÇO ve yapılan silajların kimyasal analizleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Laboratuvarında yapıldı. DP, ÇO ve inkübasyon süresi sonrasında açılan silaj örneklerinin doğal halde KM analizi hava sirkülasyonlu etüvde (Memmert UNE 400, Germany) 60 °C’de 48 saat süreyle kurutularak belirlendi. Kurutulan örnekler kimyasal analizler için öğütülerek (IKA A11 Basic, Guangzhou, China) homojen hale getirildi. Örneklerin KM içerikleri hava sirkülasyonlu etüvde (Memmert UNE 400, Germany) 105 °C’de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmasıyla belirlendi. Ham protein (Nx6,25) miktarı Kjeldahl metodu (Buchi Digestion Unit K-424, Distillation Unit B-324, Switzerland) kullanılarak belirlendi. Ham kül içeriği örneklerin OM kısmının 550 °C’de 4 saat süreyle kül fırınında (Carbolite ELF 11/14, UK) yakılmasıyla saptandı. Örneklerin OM miktarları, KM miktarlarından HK içeriğinin çıkarılmasıyla hesaplandı. Örneklerin ADF ve NDF değerleri Ankom 200/220 Fiber Analyzer cihazı (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA) kullanılarak Van Soest, et al. (1991)’in bildirdiğine göre belirlendi (Van Soest, et al., 1991). Örneklerin ME enerji değerlerinin hesaplanmasında Kirchgessner and Kellner (1981)’in önerdiği formül kullanıldı (Kirchgessner and Kellner, 1981). Silaj örneklerinde pH değerleri pH metre (Mettler Toledo) ile ölçüldü. Silajların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi Şekil 3.2’de sunulmuştur.

Silaj asitlerinin düzeylerinin belirlenmesinde silaj örnekleri Tjardes, et al.. (2000) tarafından bildirilen yöntemle göre HPLC cihazına enjekte edilmeye hazır hale getirildi ve Canale, et al. (1984)’e göre Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Hayvan Besleme Laboratuvarındaki HPLC cihazında belirlendi (Canale, et al., 1984; Tjardes, et al., 2000).



Şekil 3.2. Silajların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi

3.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

Silolama öncesi silaj materyallerinin mikrobiyolojik analizleri yapıldı. Bu amaçla silolama öncesi ve silolama sonrası fermentasyon süresinin tamamlanmasıyla açılan her bir silaj kavanozundan 10'ar g silaj örneği hemen steril filtreli torbalara konularak üzerine 90'ar ml peptonlu su eklendi ve karışım stomacherde (Lab Blender 400, Sewart-England) homojenize edildi. Elde edilen homojenizattan 1 ml alınıp içerisinde 9 ml tamponlanmış peptonlu su (TPS) bulunan tüplere aktarıldı. Aynı sulandırıcı kullanılarak her bir tüpe seri desimal seyreltiler hazırlandı.

Araştırmada, Plate Count Agar (PCA), De Man, Rogosa ve Sharpe Agar (MRS), Violet Red Bile Glucose Agar (VRB), Slanetz Bartley Medium (SBM) ve Rose Bengal Agar (RBA), Chloramphenicol selective supplement sırasıyla aerob mezofil genel canlı saptanması, LAB'nin saptanması, enterobakterilerin saptanması, enterokokların saptanması ve maya-küf saptanması amacıyla kullanıldı. Tüm mikrobiyolojik analizler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarında yürütüldü.

Aerob mezofil genel canlı saptanması amacıyla, dehidre besiyerinden (PCA) 11,75 gr tartılıp 500 ml distile su içerisinde ısıtılarak çözündürüldü. 15 lbs basınç altında, 121°C sıcaklıkta 15 dakika boyunca otoklavda sterilize edildi. 45-50°C' ye kadar soğutulduktan sonra homojenize edilerek steril petri kaplarına aktarıldı. Tamponlanmış peptonlu su ile hazırlanan seyreltilerden PCA agarlara damla plak yöntemi ile ekimler yapıldı. Agarlar daha sonra 37°C' de 2 gün boyunca inkubasyona bırakıldı ve süre sonunda oluşan bakteri kolonilerinin sayımları gerçekleştirildi (Swanson, et al., 1992)

Laktik asit bakterilerinin saptanması amacıyla dehidre besiyerinden (MRS) 33,57 gr tartılıp 500 ml distile su içerisinde ısıtılarak eritildi, otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edildi. Otoklav sonrası 45-50°C'a soğutulup, steril Petri kaplarına 12,5'er mL döküldü. Tamponlanmış peptonlu su ile hazırlanan seyreltilerden MRS agarlara damla plak yöntemi ile ekimler yapıldı. Agarlar daha sonra anaerob ortamda 37°C' de 2 gün boyunca inkubasyona bırakıldı ve süre sonunda oluşan bakteri kolonilerinin sayımları gerçekleştirildi (Swanson, et al., 1992)

Enterobakterilerin saptanması amacıyla dehidre besiyerinden (VRB) 19,26 gr tartılıp 500 ml distile su içerisinde ısıtılarak çözündürüldü. 45°-50°C' ye kadar soğutulduktan sonra homojenize edilerek steril petri kaplarına 12,5'er ml aktarıldı. Tamponlanmış peptonlu su ile hazırlanan seyreltilerden VRB agarlara damla plak yöntemi ile ekimler yapıldı. Agarlar daha sonra 37°C' de 2 gün boyunca inkubasyona bırakıldı ve süre sonunda oluşan bakteri kolonilerinin sayımları gerçekleştirildi (Hitchins, et al., 1992).

Enterokokların saptanması amacıyla dehidre besiyerinden (SBM) 19,26 gr tartılıp 500 ml distile su içerisinde ısıtılmadan çözündürüldü. 45°-50°C' ye kadar soğutulduktan sonra homojenize edilerek steril petri kaplarına 12,5'er ml aktarıldı. Tamponlanmış peptonlu su ile hazırlanan seyreltilerden SBM agarlara damla plak yöntemi ile ekimler yapıldı. Agarlar daha sonra 37°C' de 2 gün boyunca inkubasyona bırakıldı ve süre sonunda oluşan bakteri kolonilerinin sayımları gerçekleştirildi (Hitchins, et al., 1992).

Maya-küf saptanması amacıyla, dehidre besiyerinden (RBA) 15,75 gr tartılıp 500 ml distile su içerisinde ısıtılarak çözündürüldü. 15 lbs basınç altında, 121°C sıcaklıkta 15 dakika boyunca otoklavda sterilize edildi. Karışım 45°-50°C' ye kadar soğutulduktan sonra içerisine 1 vial Chloramphenicol Selective Supplement (FD033)

ilave edildi. Homojen hale getirilen karışım steril petri kaplarına 12,5'er ml aktarıldı. Tamponlanmış peptonlu su ile hazırlanan seyreltilerden RBA agarlara damla plak yöntemi ile ekimler yapıldı. Agarlar daha sonra 25°C' de 5 gün boyunca inkubasyona bırakıldı ve süre sonunda oluşan kolonilerin sayımları gerçekleştirildi (Mislivec, et al., 1992).

Besiyerlerinin hazırlanması ve ekimlerin yapılması Şekil 3.3'de sunulmuştur.



Şekil 3.3. Besiyerlerinin hazırlanması ve ekimlerin yapılması

3.2.3. *İn vitro* Gerçek Sindirilebilirlik Tespiti

Silaj örneklerinin IVGS'leri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Laboratuvarında *in vitro* fermentasyon tekniği kullanılarak Ankom Daisy^{II} inkübatörde (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA) belirlendi. Bu yöntemde gerekli olan tampon solüsyonu A ve B Ankom Daisy^{II} *in vitro* fermentasyon sistemi için önerildiği şekilde hazırlandı (Tablo 3.2). Fermentasyon sistemi için asetondan geçirilmiş, kurutulmuş ve numaralandırılmış cihaza uyumlu torbaların (F57) daraları alındı (W1). Sindirilebilirlikleri belirlenecek olan ve homojen hale getirilmiş ÇO, DP ile karışımlarından hazırlanan silaj örneklerinden her bir silaj kavanozu için 8 adet olacak şekilde yaklaşık 0,5 g örnek torbalara tartıldı (W2). Torbaların ağızları sıcak mühürleme cihazı (Heat sealer, Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA) ile kapatıldı. Düzeltme faktörü için iki adet ağız sıcak mühürleme cihazı ile kapatılan boş torba kullanıldı.

Tablo 3.2. *İn vitro* fermentasyon sisteminde kullanılan tampon solüsyonların bileşimleri

Tampon solüsyonlar	Kimyasal Madde	Miktar
Tampon A	Dihidrojen potasyum fosfat (KH ₂ PO ₄)	10 g
	Magnezyum sülfat-7 sulu (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	0,5 g
	Sodyum klorür (NaCl)	0,5 g
	Kalsiyum klorür-2 sulu (CaCl ₂ ·2H ₂ O)	0,1 g
	Üre	0,5 g
	Distile su	1 L
Tampon B	Sodyum karbonat (Na ₂ CO ₃)	15 g
	Sodyum sülfat-9 sulu (Na ₂ SO ₄ ·9H ₂ O)	1 g
	Distile su	1 L

Araştırmada rumen sıvısı Samsun İlinde faaliyet gösteren bir mezbahada (Florya Entegre Et Sanayi) kesime gelen ergin sığırlardan alındı. Kesimi takiben en kısa sürede, rumenin farklı keselerinden alınarak daha önce 39 °C sıcaklığa getirilmiş ve anaerob ortam (CO₂ ilave edilmiş) sağlanan termosada alındı ve hemen laboratuvara ulaştırıldı. Dört katlı tülbent bezden CO₂'li ortamda sıcaklığı 39 °C'ye ayarlanan erlene süzüldü. Rumen sıvısı pH değeri 6,35 olarak ölçüldü. Hazırlanan tampon solüsyonu A ve B'nin sıcaklığı 39 °C'ye getirildi. B ve A çözeltileri 1:5 oranında karıştırılarak (266 ml B çözeltisi ve 1330 ml A çözeltisi) içerisine numunelerin yerleştirileceği her bir sindirim ünitesine eklendi. Sindirim üniteleri inkübatöre

yerleştirildi. İnkübatör prosedüre uygun şekilde çalıştırıldı. Sıcaklığı 39 °C'ye ulaşan sindirim ünitelerindeki tampon solüsyonun üzerine her sindirim ünitesi için 400 ml rumen sıvısı ilave edildi ve hazırlanan torbalar sindirim üniteleri içerisine yerleştirildi. Anaerobik ortamın devamlılığı için CO₂ gazı eklendi ve 48 saat süreyle inkübe edildi. İnkübasyon sonrası sindirim üniteleri içerisindeki tampon solüsyonları ve rumen sıvısından oluşan karışım dökülerek uzaklaştırıldı. Torbalar akan çeşme suyu altında tamamen temizleninceye kadar yıkandı. Yıkanan torbalar Ankom 200/220 Fiber Analyzer cihazına alındı ve NDF prosedürü uygulandı. Daha sonra torbalar kurutma dolabında 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutuldu. Desikatöre alınan torbalar oda sıcaklığına gelinceye kadar tutuldu ve hassas terazide tartıldı. Örneklerin IVGS, *in vitro* gerçek KM sindirilebilirliği (IVGKMS), *in vitro* gerçek organik madde sindirilebilirliği (IVGOMS) ve *in vitro* gerçek NDF sindirilebilirliği (IVGNDFS) inkübasyon öncesi ile inkübasyon sonrası miktarları arasındaki farklılıktan yararlanılarak hesaplandı.

3.3. İstatistik Analiz

Çalışmada tüm özelliklere ilişkin örnek istatistikleri hesaplanarak minimum, maksimum değerlerle birlikte tanıtıcı istatistikler özetlendi. Değişkenler arasında grup içi ve gruplar arası Spearman Rank korelasyon analizi yapılarak değişkenler arası ikili ilişkiler değerlendirildi. Grupların karşılaştırılmasında en küçük kareler yöntemi kullanıldı. Grup ortalamaları arasındaki farkların önemli çıktığı durumlar için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanarak grup ortalamaları arasındaki farklar değerlendirildi. Çalışmada yapılan tüm istatistik hesaplamalar ve istatistik analizlerde SAS (2009) istatistik paket programından yararlanıldı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Taze, kurutulmuş ya da silolanmış kaba yemler genellikle rasyonlarda en fazla kullanılan (%50-75) yem kaynaklarıdır. Kaba yemin silolanarak saklanması birçok ülkede ruminant beslemede en yaygın kullanılan konservasyon metodudur (Driehuis, 2013; Weinberg and Muck, 1996). Silajın kalitesi ve besleme değeri üzerinde etkili olabilecek temel faktörlerden birisi silolanacak materyalin kimyasal ve mikrobiyolojik kompozisyonudur.

4.1. Silolama Öncesi Besin Madde Bileşimi ve Mikrobiyolojik Özellikler

Araştırmada silaj materyali olarak kullanılan DP, ÇO ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla yapılan silajların silolama öncesi kimyasal ve mikrobiyolojik bileşimleri sırasıyla Tablo 4.1 ve 4.2’de sunulmuştur. Çalışmada DP, ÇO ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla yapılan silajların silolama öncesi aerob genel canlı, LAB ve enterokok sayıları Şekil 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Dut posası, çayır otu ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla yapılan silajların silolama öncesi besin madde bileşimleri (%) ve metabolize olabilir enerji değerleri (MJ/kg KM)

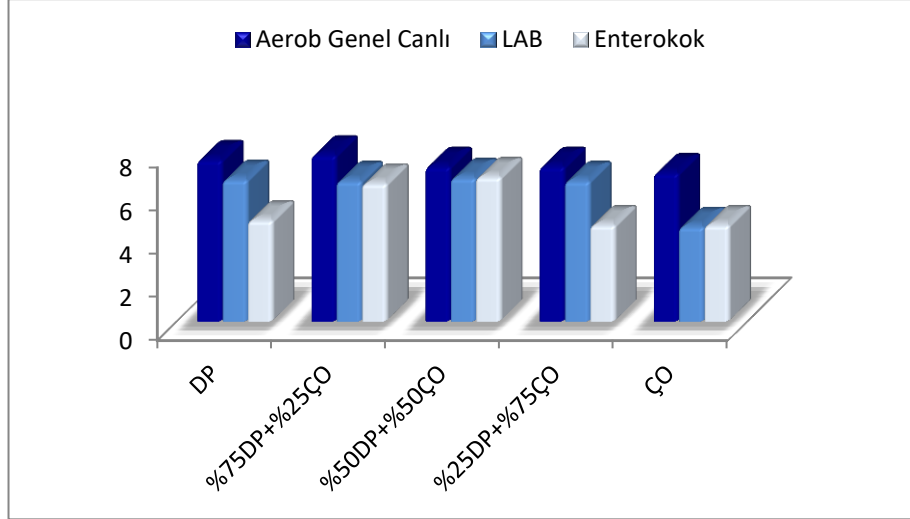
	Doğal KM	KM	OM	HK	HP	ADF	NDF	ME
DP	26,49	95,44	91,59	3,85	11,28	27,72	34,34	11,29
%75DP+%25ÇO	26,69	95,21	90,01	5,20	12,23	26,25	38,66	10,76
%50DP+%50ÇO	33,09	94,98	88,50	6,48	13,09	26,52	50,31	10,72
%25DP+%75ÇO	30,28	95,28	88,01	7,27	12,15	32,23	59,38	9,86
ÇO	30,00	96,20	88,49	7,71	12,96	36,73	61,69	9,19

DP: Dut posası, ÇO: çayır otu, KM: Kuru madde, OM: Organik madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, ADF: Asit deterjan fiber, NDF: Nötral deterjan fiber, ME: Metabolize olabilir enerji

Tablo 4.2. Dut posası, çayır otu ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla oluşturulan silaj materyalinin silolama öncesi mikrobiyolojisi (log₁₀ kob/g)

	Aerob Genel canlı	LAB	Enterobakter	Enterokok	Maya-Küf
DP	7,38	6,47	2	4,60	5,07
%75DP+%25ÇO	7,60	6,41	5,41	6,30	5,47
%50DP+%50ÇO	7,07	6,55	5	6,60	5,30
%25DP+%75ÇO	7,07	6,41	5,60	4,38	4
ÇO	6,77	4,30	4,20	4,38	2

DP: Dut posası, ÇO: Çayır otu, LAB: Laktik asit bakterileri



Şekil 4.1. DP, ÇO ve karışım silajlarının silolama öncesi aerob genel canlı, LAB ve enterokok sayıları (log₁₀ kob/g)

Meyve ve sebze endüstrinin üretim artıkları olan posaların silaj olarak yem değerinin ortaya konulmasına ve ruminant beslemede kullanılabilirliğine ilişkin yürütülen birçok çalışmada, posaların yüksek miktarda nem içeriğine sahip olması nedeniyle KM değerlerinin bir katkı maddesi ile yükseltilerek silolanmasının daha iyi olduğuna ilişkin bildirişler mevcuttur (Levendoğlu ve Karşı, 2010; Savrunlu ve Denek, 2016). Keklikci ve Selçuk (2018) ve Savrunlu ve Denek (2016) yaptıkları çalışmalarda yaş domates posasının KM içeriğini sırasıyla %22,15 ve %24,74 olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da yaş DP'nin silolama öncesi KM değeri %26,49 olarak bulunmuştur. Omer ve Abdel-Magid (2015) domates posasının KM içeriğini %91,01, Selcuk vd., (2013) %94,45, Keklikci ve Selçuk (2018) %92,20, Ayhan vd., (2009) elma posasının KM içeriğini %89,56 olarak bildirmiştir (Ayhan, vd., 2009; Keklikci ve Selçuk, 2018; Omer and Abdel-Magid, 2015; Selcuk, vd., 2013). Yapılan bu çalışmada DP'nin silolama öncesi KM içeriği Omer ve Abdel-Magid (2015), Selcuk vd., (2013), Keklikci ve Selçuk (2018) ve Ayhan, vd., (2009) tarafından bildirilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Kuru madde içeriklerindeki bu farklılığın araştırmalarda kullanılan posaların elde edildikleri sebze ve meyve türlerindeki ve gıda endüstrisindeki proses farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gül ve Coşkuntuna (2016) ÇO silajlarına farklı katkı maddesi ilavesinin silaj fermentasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkilerine ilişkin yürüttükleri çalışmada ÇO'nun silolamadan önceki KM, HP, ADF, NDF değerlerinin sırasıyla %30,52; %6,14; %41,93 ve %64,96 olduğunu belirlemiştir (Gül ve Coşkuntuna, 2016).

Gerlach, et al., (2014), O'nun silolama ncesi KM değerlerini Haziran ve Kasım aylarında yapılan biçimlerde %26,10 olarak belirlerken, Mayıs ve Ağustos aylarındaki biçimlerde ise bu değeri %33,3 olarak bildirilmiştir. Gerlach, et al., (2014), düşük KM içeriğine sahip silolama materyalinde HK, HP, ADF ve NDF değerlerini sırasıyla %8,8; %12,4; %23,3 ve %41,0 olarak, yüksek KM içeriğine sahip olanlarda ise sırasıyla %8,7; %14,3; %32,3 ve %46,4 olarak saptamıştır (Gerlach, et al., 2014). Stergiadis et al., (2015) tarafından kimyasal kompozisyonları değerlendirilen 116 adet O'nun ortalama %8 HK, %14,12 HP, %26,7 ADF ve %50,3 NDF içerdiği tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada silolama öncesi O'nun KM değeri Gl ve Coşkuntuna (2016) ve Gerlach, et al., (2014) tarafından bildirilenlerle benzerdir. Magalhães, et al., (2006) iyi kaliteli silaj yapımında, silaj materyalinin KM içeriğinin önem taşıdığını ve bu içeriğin tropik iklim bölgelerinde yağmur miktarı, solar radyasyon, toprağın verimi gibi birçok faktör tarafından etkilendiğini ifade etmiştir (Magalhães, et al., 2006). HK değeri Gerlach, et al., (2014) ve Stergiadis, et al., (2015)'in bildiriği HK değerinden daha düşük bulunmuştur. HP içeriğinin Gl ve Coşkuntuna (2016)'nın belirttiği HP değerinden daha yüksek, Gerlach, et al., (2014) ve Stergiadis, et al., (2015)'in bulduğu HP değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. ADF ve NDF içerikleri ise Gl ve Coşkuntuna (2016)'nın bildirdiğinden daha düşük, Gerlach, et al., (2014) ve Stergiadis et al., (2015)'in bildirdiklerinden daha yüksek bulunmuştur. Yapılan bu araştırmada silaj materyali olarak kullanılan O'nun silolama öncesi besin madde bileşimleri ile yapılan diğer çalışmalar arasındaki farklılıkların, O'nun yetiştiği iklim, coğrafi konum, toprak ve bitki türlerindeki farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Stergiadis, et al. (2015) tarafından yürütülen bir çalışmada 116 adet O örneklerinin biçim sonrası kimyasal kompozisyonu incelenmiş ve ME değerleri 9,0 ile 14,10 MJ/kg KM arasında belirlenmiştir. Mlay, et al., (2006)'ın tropik ayır otlarının kimyasal bileşimini inceledikleri bir diğer araştırmada ayır otlarının ME değerleri 4,85 ile 9,23 MJ/kg KM arasında tespit edilmiştir (Mlay, et al., 2006). Yapılan bu çalışmada silolama öncesi O'nun ME değeri 9,19 MJ/kg KM olarak saptanmıştır ve bu sonuç Stergiadis, et al., (2015) ve Mlay, et al., (2006) bildirdikleriyle benzerlik göstermektedir.

Kaya (2019) tarafından yürütülen çalışmada kurutulmuş beyaz DP'nin %9,62 HP içerdiği belirlenmiştir. Kılıç and Abdiwali (2016) zm posasının HP içeriğini

%12,50, Palangi et al., (2013) portakal, greyfurt, limon ve mandalina posalarının HP içeriklerini sırasıyla %8,68; %8,01; %7,82 ve %6,81 olarak bildirmişlerdir (Kılıç ve Abdiwali, 2016; Palangi, et al., 2013). Yapılan bu çalışmada silolama öncesi DP'nin HP içeriği Kaya (2019), Palangi ve ark. (2013)'ün bildirdiklerinden daha yüksek, Kılıç ve Abdiwali (2016)'nin bildirdiğinden daha düşük olduğu bulunmuştur.

Kaya (2019) beyaz DP'nin %3,72 HK içerdiğini, Selcuk ve ark. (2019) domates posasının HK içeriğini %4,50, Kılıç ve Abdiwali (2016) üzüm cibresinin HK değerini %8,2, Ayhan ve ark. (2009) elma posasının HK miktarını %3,6, Palangi ve ark. (2013) portakal, greyfurt, limon ve mandalina posalarının HK içeriklerini sırasıyla %5,1; %4,00; %6,9 ve %4,8 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada DP'nin silolama öncesi HK içeriği üzüm cibresi, domates posası ve narenciye posaları için bildirilenlerden daha düşük, Kaya (2019) ve Ayhan vd., (2009)'un bildirdiklerine benzer bulunmuştur (Ayhan, vd., 2009).

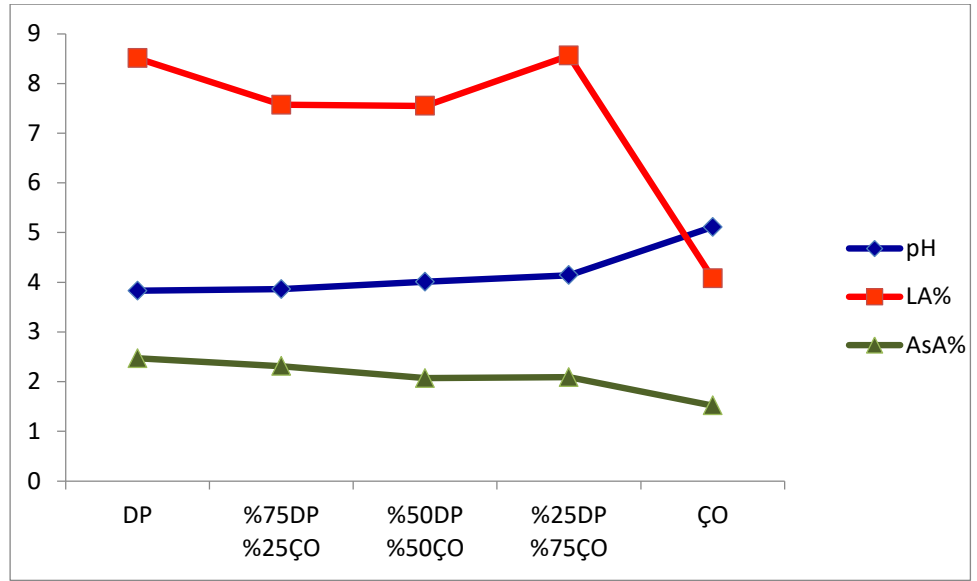
Omer ve Abdel-Magid (2015), Savrunlu ve Denek (2016) ve Keklikci ve Selçuk (2018) tarafından yapılan çalışmalarda domates posasının sırasıyla %40,93 ADF ve %65,24 NDF; %54,59 ADF ve %55,23 NDF; %49,48 ADF ve %56,91 NDF içerdiği belirlenmiştir. Kılıç ve Abdiwali (2016) üzüm cibresinin %38,30 ADF ve 49,60 NDF kapsadığını saptamıştır. Palangi et al., (2013) portakal, greyfurt, limon ve mandalina posalarının sırasıyla %18,30 ADF ve %21, 40 NDF; %17,60 ADF ve %20,90 NDF; %15,10 ADF ve %19,70 NDF ve %17,90 ADF ve %22,00 NDF kapsadığını ifade etmişlerdir. Kaya (2019) kurutulmuş beyaz DP'nin %16,39 ADF ve %19,09 NDF içerdiğini belirlemiştir. Yapılan bu çalışmada DP'nin silolama öncesi ADF ve NDF değerleri domates posası, üzüm cibresi için belirtilenlerden daha düşük, narenciye posaları için bildirilenlerden ise daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çalışmalardaki posa türlerinin farklılığına bağlanmıştır. Bu çalışmanın ADF ve NDF değerlerinin Kaya (2019)'un beyaz DP için bildirdiği değerlerden daha yüksek olmasının nedeninin endüstriyel bir atık olan dut posalarından dut suyunun elde edilişi sırasında posada kalan sap, çekirdek gibi kısımların farklı olmasından, dutların yetiştikleri bölgenin iklimindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Alternatif bir yem kaynağı olarak üzüm posasının kullanıldığı bir çalışmada (Moghaddam, et al., 2013) üzüm posasının ME enerji değeri 13,63 MJ/kg KM olarak bulunmuştur (Moghaddam,et al., 2013). Kaya (2019) kurutulmuş beyaz DP'nin ME

değerini 11,68 MJ/kg KM olarak belirlemiştir. Yapılan bu çalışmada DP'nin silolama öncesi ME değeri Moghaddam, et al., (2013)'ün bildirdiğinden daha düşük, Kaya (2019)'un bildirdiğine benzer bulunmuştur.

4.2. Silajların Kimyasal Bileşimi

DP, ÇO ve bunların farklı düzeylerde karışım silajlarının kimyasal bileşimleri ise Tablo 4.3'de sunulmuştur. Yapılan silajların doğal halde KM değerleri ÇO, %25DP+%75ÇO, %50DP+%50ÇO ve %75DP+%25ÇO silajlarında birbirine benzer ve DP silajından daha yüksek ($P<0,01$) bulunmuştur. Araştırmada en yüksek ve en düşük ($P<0,01$) OM değerleri sırasıyla DP ve ÇO silajlarında saptanmıştır. ÇO ve %25DP+%75ÇO silajlarına ait HK değerleri birbirine benzer ve diğer silaj gruplarından daha yüksek ($P<0,001$) saptanmıştır. Çalışmada DP silajının HP değeri en yüksek, %75DP+%25ÇO karışım silajının ise en düşük ($P<0,001$) bulunmuştur. Araştırmada en düşük ve en yüksek ($P<0,001$) ADF değerleri sırasıyla DP ve %25DP+%75ÇO silajlarında belirlenmiştir. DP, %50DP+%50ÇO ve %75DP+%25ÇO silajlarının NDF değerleri birbirine benzer, ÇO ve %25DP+%75ÇO silajlarına ait NDF değerlerinden düşük ($P<0,001$) bulunmuştur. Silajların ME değerleri karşılaştırıldığında DP silajının en yüksek enerji değerine sahip olduğu, %25DP+%75ÇO silajının ise en düşük ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek ($P<0,001$) pH değeri ve en düşük LA ve AsA değerleri ÇO silajında tespit edilmiştir. Araştırmada ÇO silajının LA/AsA oranı en düşük ($P<0,001$) bulunmuştur (Tablo 4.3). Silajların pH, LA ve AsA değerleri Şekil 4.2'de sunulmuştur. Araştırmada propiyonik asit ve bütirik asit sadece ÇO silajında iki adet silaj örneğinde KM'de sırasıyla $0,21 \pm 0,08$ ve $0,76 \pm 0,16$ düzeyinde tespit edilirken, diğer silaj örneklerinde tespit edilememiştir. Çalışmada ÇO, %25DP+%75ÇO, %50DP+%50ÇO ve %75DP+%25ÇO silajlarının izobütirik asit değerleri KM'de sırasıyla $4,49 \pm 0,61$; $3,55 \pm 0,25$; $2,18 \pm 0,15$ ve $1,14 \pm 0,20$ olarak bulunmuş, DP silajlarında izobütirik asit tespit edilememiştir.



Şekil 4.2. Silajların pH, LA ve AsA değerleri

Tablo 4.3. Dut posası, çayır otu ve farklı düzeylerde karışım silajlarının besin madde bileşimleri (%), pH değerleri, kuru maddede laktik asit (%), asetik asit (%) düzeyleri ve metabolize olabilir enerji değerleri (MJ/kgKM)

	DP x±Sx	%75DP+%25ÇO x±Sx	%50DP+%50ÇO x±Sx	%25DP+%75ÇO x±Sx	ÇO x±Sx	P
Doğal KM	22,31±0,46 ^b	25,77±1,34 ^a	25,68±0,06 ^a	26,90±0,11 ^a	27,58±0,79 ^a	**
KM	93,42±0,64	92,86±0,28	92,90±0,59	93,86±0,21	93,81±0,23	ÖD
OM	88,22±0,62 ^a	87,12±0,34 ^{ab}	86,03±0,44 ^{bc}	85,93±0,59 ^{bc}	85,36±0,22 ^c	**
HK	5,20±0,21 ^c	5,73±0,21 ^c	6,87±0,19 ^b	7,93±0,47 ^a	8,45±0,15 ^a	***
HP	15,38±0,58 ^a	12,91±0,32 ^c	14,86±0,11 ^{ab}	14,22±0,35 ^b	13,78±0,20 ^{bc}	***
ADF	28,13±0,55 ^c	35,73±2,27 ^b	39,68±1,22 ^{ab}	43,47±0,47 ^a	42,89±1,35 ^a	***
NDF	42,06±1,00 ^c	41,89±1,96 ^c	44,71±1,99 ^c	50,40±1,21 ^b	56,44±1,12 ^a	***
ME	10,47±0,08 ^a	9,33±0,34 ^b	8,74±0,18 ^{bc}	8,17±0,07 ^c	8,26±0,20 ^c	***
pH	3,83±0,04 ^d	3,86±0,02 ^d	4,01±0,00 ^c	4,14±0,00 ^b	5,11±0,03 ^a	***
LA%	8,51±0,48 ^a	7,57±0,44 ^a	7,55±0,20 ^a	8,56±0,25 ^a	4,08±0,44 ^b	***
AsA%	2,47±0,03 ^a	2,31±0,20 ^{ab}	2,07±0,06 ^b	2,09±0,05 ^b	1,52±0,12 ^c	***
LA/AsA	3,43±0,18 ^{ab}	3,22±0,37 ^{bc}	3,65±0,06 ^{ab}	4,00±0,12 ^a	2,66±0,17 ^c	***

Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir (P<0,05)

DP: Dut posası, ÇO: Çayır otu, KM: Kuru madde, OM: Organik madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, ADF: Asit deterjan fiber, NDF: Nötral deterjan fiber, ME: Metabolize olabilir enerji, LA: Laktik asit, AsA: Asetik asit

Silolama sırasında LAB tarafından üretilen LA silajlarda en yüksek konsantrasyona sahip asittir. Normal koşullarda silajda bulunan LA rumende propiyonik asite çevrilir. LA, AsA ve propiyonik asitten yaklaşık 10-12 kat daha güçlü bir asit olduğundan silaj materyalinin fermentasyonu sırasında pH'nın düşmesine önemli katkı sağlar (Kung Jr, et al., 2018). LA kaynaklı olan düşük pH değeri, bu düzeyi tolere edemeyen birçok mikroorganizmanın gelişimini inhibe ederek ya da ölmelerine neden olarak silaj fermentasyonunu stabilize eder (Whiter and Kung Jr, 2001). Đorđević and Dinić (2003), iyi kaliteli bir silajın ortalama %3-7 arasında LA içerdiğini bildirmektedir. Silajlarda LA konsantrasyonu genellikle KM'de %2-4 arasındadır. Kuru madde içeriği düşük olan silajlarda (<%30) bu değer daha yüksek olabilir. Nitekim %25-30 KM içeriğine sahip çayır silajlarında LA konsantrasyonu %6-10 arasında olabilmektedir (Kung Jr, et al., 2018). Yapılan bu araştırmada da KM içeriği en yüksek olan ÇO silajının LA konsantrasyonu, ÇO'nun farklı düzeylerde DP ile ve DP'nin tek başına silolanması ile elde edilen daha düşük KM içeriğine sahip silajların LA konsantrasyonundan önemli derecede düşüktür. Çalışmanın LA konsantrasyonu için elde edilen bu sonuç Kung ve ark. (2018)'nin bildirdiği ile uyum göstermektedir.

AsA silajlarda en yüksek konsantrasyonda bulunan ikinci silaj asitidir. Silajdaki AsA rumenden emilmekte ve enerji kaynağı olarak kullanılabilmeke, süt veya vücut yağlarının yapısına katılabilmektedir. AsA, mayaları inhibe ettiğinden silajın havayla temasında stabilitesini artırabilir. Bununla birlikte, yüksek düzeydeki AsA konsantrasyonu (%4-6'dan daha fazla) genellikle enterobakter ve clostridia gibi bakterilerin dominant olduğu istenmeyen silaj fermentasyonlarında gözlenmektedir. ÇO silajlarında AsA miktarı genellikle KM'de %1-3 arasındadır (McDonald, et al., 1991). Đorđević and Dinić, (2003) iyi kaliteli silajda fermentasyon sırasında LA yanında oluşan AsA miktarının KM'de %5,5 civarında olduğunu ifade etmektedir. Yapılan bu araştırmada ÇO silajının AsA konsantrasyonu, ÇO'nun farklı düzeylerde DP ile ve DP'nin tek başına silolanması ile elde edilen silajların AsA konsantrasyonundan önemli derecede düşük olmakla birlikte, araştırmadaki tüm silajlardan elde edilen AsA değerleri Đorđević and Dinić, (2003)'in bildirdiğinden daha düşük, McDonald et al., (1991)'in bildirdiği ile uyum göstermektedir.

İyi kaliteli silajlarda propiyonik asit konsantrasyonu <%0,1 düzeyinde olduğundan genellikle saptanamaz (Kung Jr, et al., 2018). Yüksek konsantrasyonlu

propiyonik asit varlığı ($>0,3-0,5\%$) genellikle *C.propionicum*'un neden olduğu clostridial fermentasyonun bir sonucudur (Kung Jr, et al., 2018). Bütirik asit ise iyi fermente olmuş silajlarda saptanmaması gereken bir asittir. Silajda bütirik asit varlığı *Clostridium* türlerinin metabolik aktivitesi ile ilişkilidir (Pahlow, et al., 2003). İyi kaliteli bir silajda bütirik asit miktarının $<0,1\%$ 'den daha düşük olması gerektiği belirtilmektedir (Seglar, 2003). Yapılan bu çalışmada, ÇO silajı örneklerinden sadece 2 adetinde propiyonik ve bütirik asit sırasıyla $0,21 \pm 0,08$ ve $0,76 \pm 0,16$ düzeylerinde tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada DP ve DP ile ÇO karışım silajlarında propiyonik ve bütirik asit varlığı tespit edilmediğinden sonuçlar Kung et, al., (2018) ve Pahlow, et al., (2003) ile uyum göstermektedir.

Herkel, et al., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ÇO'nun tek başına ve LAB inokulantıyla birlikte 8 haftalık silolama sonrası KM içeriği sırasıyla $35,65$ ve $37,02$ olarak saptanmıştır (Herkel, et al., 2015). Jalç, et al., (2009) tarafından yapılan araştırmada LAB katkısız ve katkılı silolama sonrası ÇO silajının KM içeriğinin $22,28$ ile $24,66$ arasında olduğu tespit edilmiştir (Jalç, et al., 2009). Yapılan bu çalışmada 60 günlük fermentasyon süresi sonrasında ÇO silajının KM değeri $27,58$ olarak bulunmuştur. Bununla beraber farklı düzeylerde DP ilave edilerek yapılan silajlarda DP miktarı arttıkça silajların KM içeriklerinde istatistiksel olarak önemli olmayan bir azalma gerçekleşmiştir. Çalışmada DP silajında KM değerinin ise diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun yaş DP'nin KM içeriğinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Levendoğlu ve Karşlı (2010), yaş şeker pancarı posasının 25 , 30 ve 35 KM içerecek tarzda kepekle beraber silolanmasının silaj kalitesini ve sindirilebilirliğini artırdığını bildirmişlerdir (Levendoğlu ve Karşlı, 2010). Savrunlu ve Denek (2016) tarafından mısır bitkisine 15 , 20 ve 25 düzeylerinde yaş domates posası ilavesi ile kaliteli mısır silajlarının elde edilebileceği bildirilmiştir (Savrunlu ve Denek, 2016). Yapılan bu çalışmada da yaş DP'nin KM içeriği daha yüksek olan ÇO ile birlikte silolanmasından elde edilen sonuçlar ÇO silajına benzer bulunmuştur.

Herkel, et al., (2015) yaptıkları çalışmada katkısız ve LAB katkılı ÇO silajlarında HP içeriklerini sırasıyla $12,32$ ve $12,18$ olarak belirlemişlerdir (Herkel, et al., 2015). Merry, et al., (2000) ÇO silajının HP içeriğinin $3,9$ - $28,2$ arasında olabileceğini, ancak optimum HP içeriğinin yaklaşık 16 olduğunu ifade

etmiştir (Merry, et al., 2000). Jalc, et al., (2009) tarafından yapılan araştırmada LAB katkısız ve katkılı silolama sonrası ÇO silajı HP içeriğinin %12,64 ile %13,99 arasında olduğu belirlenmiştir (Jalç, et al., 2009). Yapılan bu çalışmada da ÇO silajının HP değeri %13,78 olarak saptanmıştır ve ÇO'ya DP ilavesi yapılarak fermentasyona bırakılan silajlarda belirlenen HP değerleri ÇO silajına benzer bulunmuştur. Çalışmanın HP değerleri genel olarak bildirilen araştırma sonuçları ile de uyum göstermektedir.

Jalc, et al., (2009) tarafından yapılan araştırmada LAB katkısız ve katkılı silolama sonrası ÇO silajının ADF içeriğinin %40,75 ile %38,05, NDF içeriğinin %69,84 ile %66,44 arasında olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada LAB katkısız ÇO silajının pH değeri 5,26 bulunurken, LAB katkılı gruplarda ise bu değer 4,49 ile 4,26 arasında olduğu belirlenmiştir. Jalc, et al., (2009) tarafından yürütülen çalışmada ÇO silajının LA ve AsA değerlerinin sırasıyla %2,96 ve %3,14 olduğu bulunmuştur.

4.3. Silajların Mikrobiyolojik Özellikleri

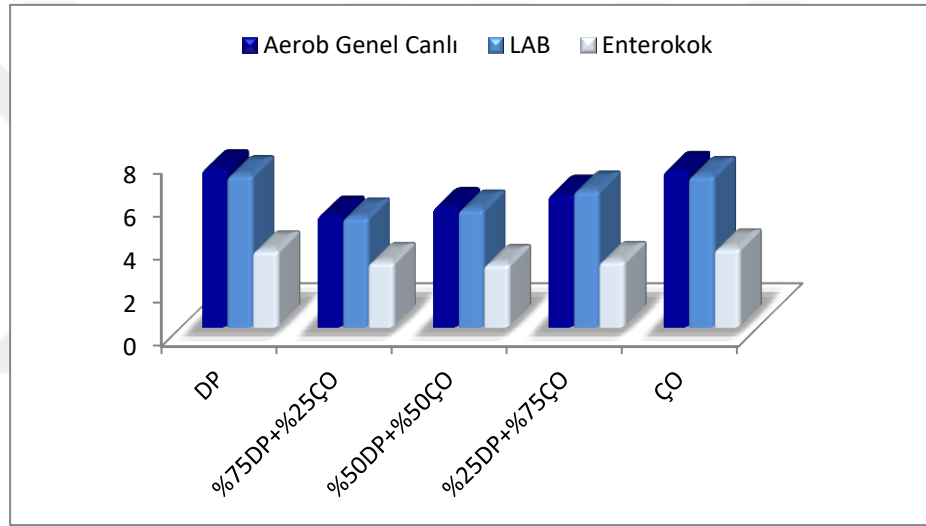
Araştırmada DP, ÇO ve farklı düzeylerde karışımlarının silolanması ile elde edilen silajların mikrobiyolojisi Tablo 4.4'de sunulmuştur. Çalışmada DP, ÇO ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla yapılan silajların aerob genel canlı, LAB ve enterokok sayıları Şekil 4.3'de verilmiştir. Çalışmada ÇO silajında $2,33 \pm 0,22 \log_{10}$ kob/g düzeyinde enterobakter saptanmasına karşın, diğer silajlarda enterobakter varlığı saptama sınırlarının altında kalmıştır. Araştırmada DP silajında $4,09 \pm 0,13 \log_{10}$ kob/g düzeyinde maya-küf saptanmasına karşın, diğer silajlarda maya-küf varlığı saptama sınırlarının altında kalmıştır. Çalışmada farklı düzeylerde DP ve ÇO karışım silajlarında Enterokok varlığı birbirine benzer bulunmuştur.

Tablo 4.4. Dut posası, çayır otu ve her iki materyalin farklı düzeylerde karıştırılmasıyla oluşturulan silajların mikrobiyolojisi ($\log_{10}$ kob/g)

	Aerob Genel Canlı	LAB	Enterobakter	Enterokok	Maya-Küf
DP	7,23±0,19 ^a	6,95±0,24 ^a	SSA	3,48±0,07 ^a	4,09±0,13
%75DP+%25ÇO	5,09±0,12 ^c	5,00±0,31 ^b	SSA	2,94±0,02 ^b	SSA
%50DP+%50ÇO	5,47±0,24 ^{bc}	5,37±0,05 ^b	SSA	2,84±0,09 ^b	SSA
%25DP+%75ÇO	6,05±0,48 ^b	6,24±0,19 ^a	SSA	2,98±0,03 ^b	SSA
ÇO	7,16±0,22 ^a	6,92±0,25 ^a	2,33±0,22	3,57±0,10 ^a	SSA
P	***	***		***	

Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$)

DP: Dut posası, ÇO: Çayır otu, LAB: Laktik asit bakterileri, SSA: Saptama sınırının altında



Şekil 4.3. DP, ÇO ve karışım silajlarının silolama sonrası aerob genel canlı, LAB ve enterokok sayıları ($\log_{10}$ kob/g)

Li and Nishino (2013) tarafından yapılan çalışmada İtalyan çiminin, ÇO'nun ve mısır bitkisinin silolama öncesi LAB miktarları sırasıyla <2, 6,81 ve 6,18 $\log_{10}$ kob/g; enterobakter düzeyi sırasıyla 5,15; 6,88 ve 7,38 $\log_{10}$ kob/g; maya düzeyi 6,57; 6,85 ve 7,78 $\log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur (Li and Nishino, 2013). Yapılan bu çalışmada ÇO'nun silolama öncesi LAB, enterobakter ve maya-küf değerleri Li and Nishino (2013)'ün bildirdiğinden daha düşük bulunmuştur.

McEniry et al., (2006) tarafından yapılan çalışmada balya ve parçalanarak yapılan silajlarda LAB, maya, enterobakter düzeyleri sırasıyla 5,70 (balya), 5,96 (parçalanmış), 3,81 (balya), 2,34 (parçalanmış), 1,27 (balya) ve 1,31 (parçalanmış) $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir (McEniry, et al., 2006).

Li and Nishino (2013) tarafından yapılan çalışmada 56 günlük fermentasyon sonrası ÇO silajının LAB, Enterobakter ve Maya varlığı sırasıyla 8,02; 7,10 ve 8,12 $\log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. Wang, et al., (2018) tarafından yapılan çalışmada mısır silajının 56 günlük fermentasyon sonrası LAB ve maya değerlerinin sırasıyla 5,94 ve 2,40 $\log_{10}$ kob/g olduğu belirlenmiştir (Wang, et al., 2018). Yapılan bu çalışmada ÇO silajında 6,92 $\log_{10}$ kob/g olan LAB düzeyinin, ÇO'nun %25, %50 ve %75 düzeylerinde DP ile karıştırılmasıyla elde edilen silajlarda sırasıyla 6,24; 5,37 ve 5,00 $\log_{10}$ kob/g değerlerine ulaştığı saptanmıştır. Epifitik LAB'nin başarılı bir silaj fermentasyonunda en az 5 $\log_{10}$ kob/g değerine ulaşmasının gerekli olduğu bildirilmektedir (Ennahar, et al., 2003; Pang, et al., 2012). Yapılan bu çalışmada da %75 düzeyinde DP ilave edilen DP ve ÇO karışım silajlarında Ennahar, et al., (2003) ve Pang, et al., (2012) bildirdiği şekilde LAB varlığı tespit edilmiştir. Ni, et al., (2015) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise katkısız buğday silajında LAB varlığının 4,7 ve aerobik bakterilerin 6,2 $\log_{10}$ kob/g olduğu saptanmıştır (Ni, et al., 2015). Aynı çalışmanın LAB katkılı gruplarında ise LAB varlığının 5,7 ile 4,1 ve aerobik bakterilerin ise 4,9 ile 4,1 $\log_{10}$ kob/g olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada da aerobik bakteri değerinin DP ilavesi ile yapılan silajlarda önemli düzeyde azaldığı da tespit edilmiştir. Çalışmada enterobakter düzeyi DP ilavesiyle yapılan DP ve ÇO karışım silajlarında saptama sınırlarının altında kalmasına karşın, sadece ÇO silajında tespit edilmiştir. İyi kaliteli bir silajın en fazla 6 $\log_{10}$ kob/g değerinde maya varlığına sahip olması gerektiği bildirilmektedir (Kung Jr, et al., 2018). Yapılan bu araştırmada, sadece DP silajında maya-küf varlığı $4,09 \pm 0,13 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiş ve bu değer Kung, et al., (2018)'in bildirdiğinden daha düşük bulunmuştur. Çalışmada diğer silaj ÇO ve ÇO ile DP karışımlarından oluşan silajlarda maya-küf varlığı saptama sınırlarının altında kalmıştır. Heron, et al., (1993) silaj fermentasyonunun başlangıcında, enterobakterlerin LAB ve diğer bakteri gruplarıyla besin madde temini için yarışmaya girdiğini, çoğu Enterobakterin pH 4,5-5,0'in altında yaşayamadığı ya da canlılığını kaybettiğini, silajda hızlı bir pH azalmasının gelişimlerini ve canlılıklarını azalttığını bildirmiştir (Heron, et al., 1993). Çalışmada sadece ÇO silajında tespit edilebilir olmaları bu silajın gerek pH değerinin DP ilavesiyle yapılmış olan DP ve ÇO karışım silajlarına göre önemli düzeyde daha yüksek ve LA değerinin önemli düzeyde daha düşük olmasına bağlanabilir. Enterokoklar çeşitli bitki yüzeylerinde ve hayvan bağırsaklarında yaygın olarak dağılım göstermektedir (Cai, et al., 1998; Devriese, et al., 1987). Kaba yemler ve

silajda enterokokların bulunması ve silaj fermentasyonuna katkı sağlayabilecekleri bildirilmektedir (Cai, et al., 1998; Lin, et al., 1992a; Lin et al., 1992b). Cai, (1999)'un enterokokların silaj fermentasyonuna etkisini araştırdığı çalışmasında bitki türlerinde yaygın olsa da enterokokların (*E. hirae*, *E. faecalis*, *E. casseliflavus*, *E. mundtii*) yonca ve ÇO silajlarının kalitesini etkilemediğini saptanmıştır (Cai, 1999). Yapılan bu çalışmada DP'nin farklı düzeylerde ÇO ile karıştırılarak yapılan silajlarının enterokok varlığı birbirine benzer ancak DP ve ÇO silajlarındaki düzeylerinden düşük bulunmuştur.

4.4. Silajların *İn vitro* Gerçek Sindirilebilirlikleri

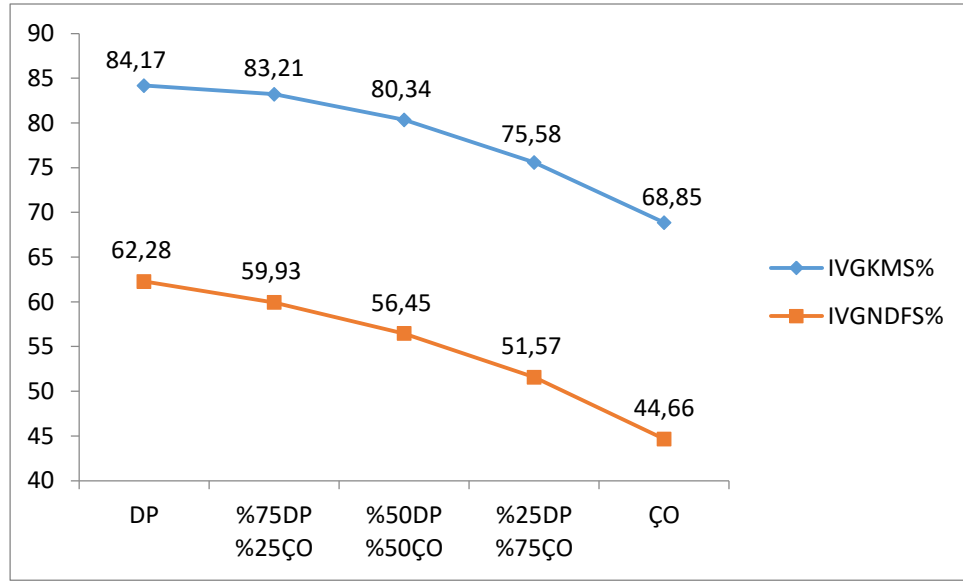
DP, ÇO ve bunların farklı düzeylerde karışımlarının silolanması ile elde edilen silajların IVGS, IVGKMS, IVGOMS ve IVGNDFS sindirilebilirlik değerleri Tablo 4.5'de sunulmuştur. Araştırmada IVGKMS ve IVGNDFS değerleri ÇO silajında en düşük, DP silajında ise aynı parametreler en yüksek bulunmuştur (Şekil 4.4). Dut posasının ÇO'ya artan düzeylerde ilave edilerek yapılan karışım silajlarının IVGS değerlerinde artış ($P<0,001$) saptanmıştır.

Tablo 4.5. Dut posası, çayır otu ve farklı düzeylerdeki karışım silajlarının IVGS, IVGKMS, IVGOMS ve IVGNDFS değerleri (%)

	IVGS	IVGKMS	IVGOMS	IVGNDFS
	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$
DP	85,20 $\pm$ 0,55 ^a	84,17 $\pm$ 0,49 ^a	84,78 $\pm$ 0,48 ^a	62,28 $\pm$ 1,55 ^a
%75DP+%25ÇO	84,42 $\pm$ 1,01 ^a	83,21 $\pm$ 1,13 ^a	82,83 $\pm$ 1,21 ^a	59,93 $\pm$ 1,81 ^a
%50DP+%50ÇO	81,73 $\pm$ 0,42 ^b	80,34 $\pm$ 0,41 ^b	79,55 $\pm$ 0,45 ^b	56,45 $\pm$ 2,83 ^{ab}
%25DP+%75ÇO	77,15 $\pm$ 0,40 ^c	75,58 $\pm$ 0,38 ^c	74,33 $\pm$ 0,36 ^c	51,57 $\pm$ 1,50 ^b
ÇO	70,75 $\pm$ 0,63 ^d	68,85 $\pm$ 0,69 ^d	66,40 $\pm$ 0,77 ^d	44,66 $\pm$ 1,72 ^c
P	**	***	***	***

Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$)

DP: Dut posası, ÇO: Çayır otu, IVGS: *İn vitro* gerçek sindirilebilirlik, IVGKMS: *İn vitro* gerçek kuru madde sindirilebilirliği, IVGOMS: *İn vitro* organik madde sindirilebilirliği, IVGNDFS: *İn vitro* gerçek nötral deterjan fiber sindirilebilirliği



Şekil 4.4. Silajların IVGKMS ve IVGNDFS değerleri

Jalc et al., (2009) yapılan silajların IVKMS değerinin katkısız ÇO silajında %66,4, LAB ilavesi yapılan silajlarda ise %59,90 ile %69,5 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Yapılan bu çalışmada ÇO silajının ve DP ilavesiyle yapılan karışım silajlarının ADF değerleri Jalc, et al., (2009)'un bildirdiğine benzer, NDF, pH ve AsA değerlerinin ise genel olarak daha düşük, LA değerinin ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın ÇO silajının %68,85 olan IVGKMS değerinin, DP ile ÇO karışım silajlarında, silaj materyaline giren DP miktarı arttıkça önemli düzeyde artış gösterdiği ve IVGKMS'ne ilişkin elde edilen değerlerin Jalc, et al., (2009)'un bildirdiğinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ülger, vd., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada elma posası silajı, balkabağı posası silajı, şeker pancarı posası silajı ve mısır hasılı ile bunların elma posasıyla yarı yarıya karışım silajlarının IVOMS değerleri incelenmiştir (Ülger, vd., 2018). Çalışmada elma posası, mısır silajı, şeker pancarı posası silajı, balkabağı posası silajının IVOMS değerleri sırasıyla %62,32; %55,35; %74,41 ve %60,65 olarak bulunmuştur. Elma posasının mısır hasılı ile karışım silajında IVOMS %57,94; şeker pancarı posası ile karışım silajında %69,42 ve balkabağı posası ile karışım silajında %60,32 saptanmıştır. DP ve DP ile ÇO karışım silajlarının IVGOMS değerleri Ülger, vd., (2018)'in bildirdiklerinden daha yüksek bulunmuştur. Belém, et al., (2016) tarafından yapılan araştırmada Brezilya'da yetişen *Calotropis procera* bitkisinin %10, %20, %30 ve %40 düzeylerinde üzüm posasıyla birlikte silolanması sonucu IVKMS değerinin silaja giren üzüm posası miktarı arttıkça azaldığı tespit edilmiştir (Belém, et al., 2016). *Calotropis procera* silajının %85,96 olan IVKMS değeri %40 düzeyinde üzüm posası ilavesiyle yapılan

silajında %76,84 düzeyine düştüğü belirlenmiş ve *Calotropis procera* bitkisinin silajının herhangi bir katkı maddesi ya da üzüm posası kullanılmadan yapılabileceği ifade edilmiştir. Yapılan bu çalışmada, ÇO silajının IVGKMS değerleri silaja giren DP miktarı arttıkça artış göstermiştir. Çalışmanın bu sonucu Belem, et al., (2016)'nin bildirdiği ile uyum göstermemektedir. Sargın ve Denek, (2017) tarafından yapılan araştırmada yaş domates posasının %3, %5, %7, %10, %15, %20 ve %25 düzeylerinde kurutulmuş şeker pancarı posası ilave edilerek yapılan silajlarında IVOMS değerleri silaja giren kurutulmuş şeker pancarı posası miktarı arttıkça artış göstermiştir (Sargın ve Denek, 2017). Yapılan bu araştırmada DP'nin ÇO ile karışım silajlarında silaja giren ÇO miktarı %75 ve %50 düzeyinde olan karışım silajlarının IVGOMS değerlerinde azalma görülmüştür. Çalışmada ÇO'nun %75 DP ile karışım silajının IVGOMS değeri DP silajı ile benzerlik göstermiştir. Çalışmalar arasındaki sindirilebilirlik yönünden bu farklılıklar çalışmalarda kullanılan silaj materyallerinin farklılığından, karışımlara giren ham materyal düzeylerindeki farklılıklardan, diğer bir ifadeyle çalışmaların dizayn farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada silaj bileşimindeki DP düzeyi ile silajlara ait ME, LA, AsA, IVGS, IVGKMS, IVGOMS ve IVGNDFS değerleri arasında pozitif ($P<0,001$) bir korelasyon, pH, ADF ve NDF değerleri arasında negatif ($P<0,001$) bir korelasyon belirlenmiştir. Çalışmada yapılan silajların hem pH değerleri ile ME değerleri arasında hem de ADF, NDF değerleri ile ME değerleri arasında negatif ($P<0,001$) bir korelasyon saptanmıştır (Tablo 4.6). DP düzeyi ile silajlara ait ME, LA, AsA, IVGS, IVGKMS, IVGOMS ve IVGNDFS değerleri arasındaki pozitif ve DP düzeyi ile silajlara ait pH, ADF ve NDF değerleri arasındaki negatif korelasyonun gerek silaj materyalleri olarak kullanılan DP'nin ADF ve NDF değerlerinin ÇO'nunkilerden daha düşük ve gerekse bir agro-endüstriyel yan ürün olan DP'nin kolay fermente olabilen karbonhidrat içeriğinin ÇO'ya göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Silajlarda kolay fermente olabilen karbonhidratların fermentasyon reaksiyonlarında kullanılarak silaj asitlerine dönüştürülmesi ve açığa çıkan silaj asitlerinin pH'yı düşürmesi silajlardaki pH değerleri ile ME değerleri arasındaki negatif korelasyonunun ana nedeni olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber, silaj asitleri ruminant metabolizmasında enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 4.6. DP düzeyi ile silajlara ait ME, LA, AsA, IVGS, IVGKMS, IVGOMS, IVGNDFS, pH, ADF ve NDF değerleri arasındaki korelasyon

	DP Düzeyi	ME	LA	AsA	IVGS	IVGKMS	IVGOMS	IVGNDFS	pH	ADF	NDF
DP Düzeyi		***	**	***	***	***	***	***	***	***	***
ME	0,80015		ÖD	***	***	***	***	***	***	***	***
LA	0,42958	0,22927		**	*	*	*	ÖD	*	ÖD	ÖD
AsA	0,7908	0,65769	0,52694		***	***	***	***	***	***	***
IVGS	0,91782	0,70308	0,40162	0,88205		***	***	***	***	***	***
IVGKMS	0,92175	0,72462	0,38661	0,88744	0,99615		***	***	***	***	***
IVGOMS	0,9492	0,75538	0,45663	0,86627	0,98154	0,98308		***	***	***	***
IVGNDFS	0,85507	0,66308	0,38200	0,78122	0,90769	0,91154	0,91000		***	***	**
pH	-0,94245	-0,74009	-0,4144	-0,73936	-0,91991	-0,91529	-0,92337	-0,86523		***	***
ADF	-0,80015	-1,00000	-0,22927	-0,65769	-0,70308	-0,75538	-0,75538	-0,66308	0,74009		***
NDF	-0,80015	-0,62231	-0,35468	-0,76544	-0,83538	-0,81462	-0,81462	-0,57154	0,75703	0,62231	

ÖD: P>0,05; *: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001

5. SONUÇ

Silaj, kaba yemlerin anaerobik koşullar altında LAB'nin şekerleri fermentasyonu sonucu elde edilen konserve bir kaba yemdir. Bu fermentasyon sırasında LA ve AsA açığa çıkan iki temel silaj asitidir ve açığa çıkan bu asitler pH'nın azalmasını sağlayarak diğer anaerobik mikroorganizmaların gelişimini baskırlar. Yonca ve ÇO silajlarında pH değerleri 4-5 arasında, mısır silajında ise 4'ün altında olduğu bildirilmektedir (Muck, 2010). Yapılan bu çalışma sonuçları incelendiğinde ÇO silajında ortalama 5,11 olan silaj pH değeri, ÇO'nun DP ile farklı düzeylerde bir araya getirilerek yapılan silajlarda ise 3,86-4,14 arasında olduğu belirlenmiştir. ÇO'nun DP ile birlikte silolanmasıyla elde edilen silajlarda Enterobakter ve maya-küf varlığı saptama sınırlarının altında kalmıştır. Çalışmanın IVGS değerleri incelendiğinde ÇO'nun DP ile birlikte silolanmasının sindirilebilirlik değerlerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde;

- DP silajında silo suyu kayıplarını ve maya küf varlığını azaltmak amacıyla yaş DP'nin ÇO ile silolanabileceği,
- DP ve ÇO karışımlarından elde edilen silajların tümünün genel olarak kaliteli silaj niteliği gösterdiği ve ÇO silajına göre sindirilebilirlik değerlerinin arttığı,
- DP ve ÇO karışımlarından elde edilen silajların fermentasyon kalitesi ve sindirilebilirlik değerleri dikkate alındığında karışım silajlarının ruminantlar için kaliteli kaba yem kaynağı olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu,
- Her iki yem materyalinin beraber silolanmasının sürdürülebilir hayvancılık için kaliteli kaba yem teminine olanak sağlayabileceği ve böylelikle hem çevreye hem de ülke ekonomisine katkı sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Abbas, B.A. and Jaber, G.M. (2010) Occurrence of *Listeria monocytogenes* in raw milk of ruminants in Basrah province Iraqi. *J Vet Sci* 51, 26–47.
- Abdollahzadeh, F., Pirmohammadi, R., Fatehi, F., Bernousi, I. (2010). Effect of feeding ensiled mixed tomato and apple pomace on performance of Holstein dairy cows. *Slovak Journal of Animal Science*, 43(1), 31-35.
- Akbulut, M., Batu, A., Çoklar, H. (2007). Dut pekmezinin bazı fizikokimyasal özellikleri ve üretim teknikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* (2), 25-31.
- Aldemir, R., Karşlı, M. A. (2012). Yaş şeker pancarı posası silajının arpa yerine kullanımının koyunlarda duodenuma geçen toplam protein üzerine etkisi: I. Besin madde sindirimi ve mikrobiyal protein sentezi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(2), 89-98.
- Alonso, V.A., Pereyra, C.M., Keller, L.A.M., Dalcero, A.M., Rosa, C.A.R., Chiacchiera, S.M. and Cavaglieri, L.R. (2013) Fungi and mycotoxins in silage: an overview. *J Appl Microbiol* 115, 637–643.
- Atalay, A. İ., Kamalak, A. (2018). Keçiboynuzu Kırığının Çayır Otu Silajının *İn vitro* ve *İn situ* Parçalanmasına Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(4), 361-367.
- Ávila, C., & Carvalho, B. F. (2020). Silage fermentation-updates focusing on the performance of micro-organisms. *Journal of applied microbiology*, 128(4), 966–984. <https://doi.org/10.1111/jam.14450>
- Axelsson, L. (2004) Lactic acid bacteria: classification and physiology. In *Lactic Acid Bacteria* ed. Salminen, S. and Von Wright, A. pp. 1–63. New York, NY: Marcel Dekker.
- Ayhan, V., Duru, A. A., Özkaya, S. (2009). Possibilities of using dried apple pomace in broiler chicken diets. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15(5), 669-672.
- Baytok, E., Muruz, H. (2003). The effects of formic acid or formic acid plus molasses additives on the fermentation quality and DM and ADF degradabilities of grass silage. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(2), 425-431.
- Belém, C. d. S., Souza, A. M. d., Lima, P. R. d., Carvalho, F. A. L. d., Queiroz, M. A. Á., Costa, M. M. d. (2016). Digestibility, fermentation and microbiological characteristics of Calotropis procera silage with different quantities of grape pomace. *Ciência e Agrotecnologia*, 40(6), 698-705.
- Bennett, J.W. and Klich, M. (2003) Mycotoxins. *Clin Microbiol Rev* 16, 497–516.
- Boguhn, J., Kluth, H., Bulang, M., Engelhard, T., Rodehutschord, M. (2010). Effects of pressed beet pulp silage inclusion in maize-based rations on performance of high-yielding dairy cows and parameters of rumen fermentation. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 4(1), 30.
- Borreani, G., Piano, S. and Tabacco, E. (2014) Aerobic stability of maize silage stored under plastic films with different oxygen permeability. *J Sci Food Agric* 94, 2684–2690.
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R.J., Holmes, B.J. and Muck, R.E. (2018) Silage review: factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J Dairy Sci* 101, 3952–3979.
- Cai, Y. (1999). Identification and characterization of Enterococcus species isolated from forage crops and their influence on silage fermentation. *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2466-2471.

- Cai, Y., Benno, Y., Ogawa, M., Ohmomo, S., Kumai, S., Nakase, T. (1998). Influence of *Lactobacillus* spp. from an inoculant and of *Weissella* and *Leuconostoc* spp. from forage crops on silage fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(8), 2982-2987.
- Canale, A., Valente, M. E., Ciotti, A. (1984). Determination of volatile carboxylic acids (C1–C5i) and lactic acid in aqueous acid extracts of silage by high performance liquid chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35(11), 1178-1182.
- Canbolat, Ö., Kalkan, H., Filya, İ. (2013). Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (*Gleditsia Triacanthos*) kullanılma olanakları. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2), 291-297.
- Carvalho, B.F., Avila, C.L.S., Pinto, J.C., Neri, J. and Schwan, R.F. (2014a) Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with wild strains of lactic acid bacteria. *Anim Feed Sci Technol* 195, 1–13.
- Carvalho, B.F., Avila, C.L.S., Miguel, M.G.C.P., Pinto, J.C., Santos, M.C. and Schwan, R.F. (2014b) Aerobic stability of sugar-cane silage inoculated with tropical strains of lactic acid bacteria. *Grass Forage Sci* 70, 308–323.
- Carvalho, B.F., Avila, C.L.S., Krempser, P.M., Batista, L.R., Pereira, M.N. and Schwan, R.F. (2016a) Occurrence of mycotoxins and yeasts and moulds identification in corn silages in tropical climate. *J Appl Microbiol* 120, 1181–1192.
- Carvalho, B.F., Avila, C.L.S., Pereira, M.N. and Schwan, R.F. (2016b) Methylophilic yeast, lactic acid bacteria and glycerine as additives for sugarcane silage. *Grass Forage Sci* 72, 355–368.
- Carvalho, B.F., Avila, C.L.S., Bernardes, T.F., Pereira, M.N., Santos, C. and Schwan, R.F. (2017) Fermentation profile and identification of lactic acid bacteria and yeasts of rehydrated corn kernel silage. *J Appl Microbiol* 122, 589–600.
- Çiftçi, İ. M., Çerçi, İ. H., Dalkılıç, B., Güler, T., Ertas, O. N. (2005). Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 93-98.
- Davis, P. H. (1970). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 3.
- Devriese, L., Van de Kerckhove, A., Kilpper-Bälz, R., Schleifer, K. (1987). Characterization and identification of *Enterococcus* species isolated from the intestines of animals. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 37(3), 257-259.
- Dinić, B., Đorđević, N., Marković, J., Sokolović, D., Blagojević, M., Terzić, D., Babić, S. (2015). Impact of non-protein nitrogen substances on grape pomace silage quality. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31(3), 433-440.
- Đorđević N., Dinić B. (2003). *Siliranje leguminoza*, Institut za istraživanja u poljoprivredi SRBIJA, Beograd, 226.
- Driehuis, F. (2013). Silage and the safety and quality of dairy foods: a review. *Agricultural and Food Science*, 22(1), 16-34.
- Driehuis, F., Hoolwerf, J. and Rademaker, J.L.W. (2016) Concurrence of spores of *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium beijerinckii* and *Paenibacillus polymyxa* in silage, dairy cow faeces and raw milk. *Int Dairy J* 63, 70–77.
- Driehuis, F., Wilkinson, J.M., Jiang, Y., Ogunade, I. and Adesogan, A.T. (2018) Silage review: animal and human health risks from silage. *J Dairy Sci* 101, 4093–4110.

- Dunier, L., Jin, L., Smiley, B., Qi, M., Rutherford, W., Wang, Y. and McAllister, T. (2015) Impact of adding *Saccharomyces* strains on fermentation, aerobic stability, nutritive value, and select lactobacilli populations in corn silage. *J Anim Sci* 93, 2322–2335.
- Durmaz, H., Avci, M. and Aygün, O. (2015) The presence of *Listeria* species in corn silage and raw milk produced in southeast region of Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 21, 41–44.
- Ebeid, H., Gawad, R., Mahmoud, A. (2015). Influence of ration containing tomato silage on performance of lactating buffaloes and milk quality. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(1), 14-24.
- Elmacı, Y., Altuğ, T. (2002). Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(6), 632-635.
- Ennahar, S., Cai, Y., Fujita, Y. (2003). Phylogenetic diversity of lactic acid bacteria associated with paddy rice silage as determined by 16S ribosomal DNA analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(1), 444-451.
- Ergün, A., Tuncer, Ş., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, K., Şehu, A. (2016). Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi, AÜ Veteriner Fak. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara*.
- FAO. 1990. Sericulture training manual. *FAO Agricultural Services Bulletin* 80, Rome, 117p.
- Fenlon, D.R. (1986) Growth of naturally occurring *Listeria* spp. in silage, a comparative study of laboratory and farm ensiled grass. *Grass Forage Sci* 41, 375–378.
- Garipoglu, A. (2004). Lignoselulozik atıkların ruminant beslemede kullanılma imkanlarının artırılmasında fungusların rolü. 4. *Ulusal Zootekni Kongresi*, 1-3.
- Gerlach, K., Roß, F., Weiß, K., Büscher, W., Südekum, K.-H. (2014). Aerobic exposure of grass silages and its impact on dry matter intake and preference by goats. *Small Ruminant Research*, 117(2-3), 131-141.
- GİB, (2020) Pekmez imalatında kullanılan üzüm, dut, incir, harnup vb. ürünlerin hayvan yemi ve gübre olarak satışında KDV oranı. <https://gib.gov.tr/pekmez-imalatinda-kullanilan-uzum-dut-incir-harnup-vb-urunlerin-hayvan-yemi-ve-gubre-olarak>
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B. (2000). Çayır-mera uygulama kılavuzu. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın*(142), 139.
- Guan, H., Yan, Y., Li, X., Li, X., Shuai, Y., Feng, G., Ran, Q., Cai, Y. et al. (2018) Microbial communities and natural fermentation of corn silages prepared with farm bunkersilo in Southwest China. *Bioresour Technol* 265, 282–290.
- Gül, S., Coşkuntuna, L. (2016). Çayır Otu Silajlarına Farklı Katkı Maddesi İlavesinin Silaj Fermentasyonu ve Aerobik Stabilité Üzerine Etkileri.
- Güven, İ. (2011). Gladiçya meyvesinin çayır otu silajında kullanımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 91, Kahramanmaraş.
- Herkeľ, R., Struhár, P., Bíro, D., Juráček, M., Šimko, M., Gálík, B., Hanušovský, O. (2015). The effect of biological additive on nutrient composition of grass silage. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 18(4), 106-109.
- Heron, S. J., Wilkinson, J., Duffus, C. M. (1993). Enterobacteria associated with grass and silages. *Journal of Applied Bacteriology*, 75(1), 13-17.
- Hitchins, A. D., Tran, T. T., McCarron, J. E. (1992). Microbiological methods for cosmetics. In *Bacteriological analytical manual* (pp. 369-381).

- Hoffman, P.C., Esser, N.M., Shaver, R.D., Coblenz, W.K., Scott, M.P., Bodnar, A.L., Schmidt, R.J. and Charley, R.C. (2011) Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in highmoisture corn. *J Dairy Sci* 94, 2465–2474.
- Honig, H., Wyss, U., Schild, G. (2000). *The influence of three different round balers on gas production and fermentation pattern of big bale silage*. Paper presented at the Proceedings of a Conference on Forage Conservation towards.
- Huo, Y. (2000). Mulberry cultivation and utilization in China. *FAO animal production and health paper*, 11-44.
- Jalč, D., Lauková, A., Simonová, M., Váradýová, Z., Homolka, P. (2009). The use of bacterial inoculants for grass silage: their effects on nutrient composition and fermentation parameters in grass silages. *Czech Journal of Animal Science*, 54(2), 84-91.
- Kaya, I., Ünal, Y., Elmali, D. A. (2009). Effects of different additives on the quality of grass silage and rumen degradability and rumen parameters of the grass silage in rams. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15(1), 19-24.
- Kaya, İ. B. (2019). Ruminantlar için arpa yerine kurutulmuş dut posasının kullanılabilirliğinin araştırılması. T.C. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 46, Samsun.
- Keady, T., Kilpatrick, D., Mayne, C., Gordon, F. (2008). Effects of replacing grass silage with maize silages, differing in maturity, on performance and potential concentrate sparing effect of dairy cows offered two feed value grass silages. *Livestock Science*, 119(1-3), 1-11.
- Keklikci, A., Selçuk, Z. (2018). Domates posasının ruminantlar için sindirilebilirliğinin belirlenmesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 89(2), 58-65.
- Kellems, R. O., Church, D. C. (2002). *Livestock feeds and feeding*: Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Keshri, J., Chen, Y., Pinto, R., Kroupitski, Y., Weinberg, Z.G. and Sela, S. (2018) Microbiome dynamics during ensiling of corn with and without *Lactobacillus plantarum* inoculant. *Appl Microbiol Biotechnol* 102, 4025–4037.
- Kılıç, Ü., Abdiwali, M. A. (2016). Alternatif Kaba Yem Kaynağı Olarak Şarapçılık Endüstrisi Üzüm Atıklarının İn Vitro Gerçek Sindirilebilirlikleri ve Nispi Yem Değerlerinin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(6).
- Kızıllı, M., Erol, A., Kaplan, M. (2011). Karbonhidrat ve organik asit kaynağı olarak bazı meyve posaları ilavesinin yonca silajı kalitesi üzerine etkileri. *Türkiye*, 9, 12-15.
- Kim, S., Alam, M., Gu, M., Park, K., Jeon, C. O., Ha, J. K., Lee, S. (2012). Effect of total mixed ration with fermented feed on ruminal *In vitro* fermentation, growth performance and blood characteristics of Hanwoo steers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(2), 213.
- Kirchgesner, M., Kellner, R. (1981). Schätzung des energetischen Futterwertes von Grün- und Rohfutter durch die Cellulase-Methode. *Landwirtschaftliche Forschung*.
- Korosteleva, S. N., T. K. Smith, and H. J. Boermans. 2009. Effects of feed naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on metabolism and immunity of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:1585–1593.
- Kung Jr, L., Shaver, R., Grant, R., Schmidt, R. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020-4033.

- Lale, H., Özçağiran, R. (1996). Dut türlerinin pomolojik, fenolojik ve bazı meyve kalite özellikleri üzerinde bir çalışma. *Derim*, 13(4), 177-182.
- Levendoğlu, T., Karşlı, M. A. (2010). Yaş şeker pancarı posasının buğday kepeği ile birlikte silolanma olanakları ile silaj kalitesi ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi (II. Sindirilebilirlik). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(3), 179-183.
- Li, Y., Nishino, N. (2013). Effects of ensiling fermentation and aerobic deterioration on the bacterial community in italian ryegrass, guinea grass, and whole-crop maize silages stored at high moisture content. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 26(9), 1304.
- Lin, C., Bolsen, K., Brent, B., Fung, D. (1992a). Epiphytic lactic acid bacteria succession during the pre-ensiling and ensiling periods of alfalfa and maize. *Journal of Applied Bacteriology*, 73(5), 375-387.
- Lin, C., Bolsen, K., Brent, B., Hart, R., Dickerson, J., Feyerherm, A., Aimutis, W. (1992b). Epiphytic microflora on alfalfa and whole-plant corn. *Journal of Dairy Science*, 75(9), 2484-2493.
- Liu, B., Huan, H., Gu, H., Xu, N., Shen, Q. and Ding, C. (2019) Dynamics of a microbial community during ensiling and upon aerobic exposure in lactic acid bacteria inoculation-treated and untreated berley silages. *Bioresour Technol* 273, 212–219.
- Magalhães, J. A., Lopes, E. A., Rodrigues, B. H. N., de Lucena Costa, N., Barros, N. N., Mattei, D. A. (2006). Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante. *Revista Ciência Agronômica*, 37(1), 91-96.
- Mahanna, B., Chase, L. E. (2003). Practical applications and solutions to silage problems. *Silage science and technology*, 42, 855-895.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. (2011). *Animal Nutrition*. 7 th Edition: Pearson Benjamin Cummings.
- McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991) *The Biochemistry of Silage*, 2nd edn. Marlow: Chalcombe Publications.
- McEniry, J., O'Kiely, P., Clipson, N. J., Forristal, P., Doyle, E. M. (2006). The microbiological and chemical composition of baled and precision-chop silages on a sample of farms in County Meath. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 73-83.
- Merry, R., Jones, R., Theodorou, M. (2000). The Conservation of Grass in Grass: Its Production and Utilisation, A. Hopkins, Ed. In: Blackwell Science, Oxford, UK.
- Messi, P., Bondi, M., Sabia, C., Battini, R., Manicardi, G. (2001). Detection and preliminary characterization of a bacteriocin (plantaricin 35d) produced by a *Lactobacillus plantarum* strain. *International Journal of Food Microbiology*, 64(1-2), 193-198.
- Mills, J. A., and L. Kung Jr.. 2002. The effect of delayed filling and application of a propionic acid-based additive on the fermentation of barley silage. *J. Dairy Sci.* 85:1969–1975.
- Mislivec, P., Beuchat, L., Cousin, M. (1992). Yeasts and molds. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 3, 239-243.
- Mlay, P. S., Pereka, A., Chikula Phiri, E., Balthazary, S., Igusti, J., Hvelplund, T., Madsen, J. (2006). Feed value of selected tropical grasses, legumes and concentrates. *Veterinarski arhiv*, 76(1), 53-63.

- Moghaddam, M., Taghizadeh, A., Nobakht, A., Ahmadi, A. (2013). Determination of metabolizable energy of grape pomace and raisin vitis leaves using *In vitro* gas production technique. *Animal Production*, 15(1).
- Moon, N. J., Ely, L. O. (1979). Identification and properties of yeasts associated with the aerobic deterioration of wheat and alfalfa silages. *Mycopathologia*, 69(3), 153-156. doi:10.1007/BF00452827
- Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 183-191.
- Muck, R. E. 2011. The art and science of making silage. Pages 36–46 in Proc. 41st Western Alfalfa and Forage Symp., Las Vegas, NV. Univ. California, Davis.
- Muck, R.E. (2013) Recent advances in silage microbiology. *Agric Food Sci* 22, 3–15.
- MGM , (2020) 2019-2020 Su Yılı 12 Aylık Alansal Kümülatif Yağış Raporu, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yagis-raporu.aspx?b=k> , Erişim Tarihi: 09/10/2020
- Ni, K., Wang, Y., Cai, Y., Pang, H. (2015). Natural lactic acid bacteria population and silage fermentation of whole-crop wheat. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 28(8), 1123.
- Niu, Y., Meng, Q., Li, S., Ren, L., Zhou, B., Schonewille, T., Zhou, Z. (2016). Effects of diets supplemented with ensiled mulberry leaves and sun-dried mulberry fruit Pomace on the Ruminant bacterial and Archaeal community composition of finishing steers. *PloS one*, 11(6), e0156836.
- Nucera, D.M., Grassi, M.A., Morra, P., Piano, S., Tabacco, E. and Borreani, G. (2016) Detection, identification, and typing of *Listeria* species from baled silages fed to dairy cows. *J Dairy Sci* 99, 6121–6133.
- Oetzel, G. R. 2007. Herd-level ketosis—Diagnosis and risk factors. Pages 67–91 in Proc. Preconference Seminar: Dairy Herd Problem Investigation Strategies: Transition Cow Troubleshooting, Vancouver, BC, Canada. Amer. Assoc. Bovine Practitioners, Auburn, AL.
- Ogunade, I.M., Jiang, Y., Pech Cervantes, A.A., Kim, D.H., Oliveira, A.S., Vyas, D., Weinberg, Z.G., Jeong, K.C. et al. (2017) Bacterial diversity and composition of alfalfa silage as analyzed by Illumina MiSeq sequencing: effects of *Escherichia coli* O157:H7 and silage additives. *J Dairy Sci* 101, 1–12.
- Ogunade, I.M., Martinez-Tupia, C., Queiroz, O.C.M., Jiang, Y., Drouin, P., Wu, F., Vyas, D. and Adesogan, A.T. (2018) Silage review: Mycotoxins in silage: occurrence, effects, prevention and mitigation. *J Dairy Sci* 101, 4034–4059.
- Okcu, M. (2020). Türkiye ve Doğu Anadolu Bölgesi çayır-mer'a alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının mevcut durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 321-330.
- O'Kiely, P., Moloney, A. (1994). Silage characteristics and performance of cattle offered grass silage made without an additive, with formic acid or with a partially neutralised blend of aliphatic organic acids. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 25-39.
- Omer, H., Abdel-Magid, S. S. (2015). Incorporation of dried tomato pomace in growing sheep rations. *Global Veterinaria*, 14(1), 1-16.
- Oude Elferink, S. W. J. H., Driehuis, F., Gottschal, J. C., & Spoelstra, S. F. (2002). Manipulating silage fermentation. *Feed mix : the international journal on feed, nutrition and technology*, 10, 20-23.

- Owens, F. and Smiley, B. (2018) Yeast containing silage inoculants for the enhancement of silage digestion and fermentation in the rumen. U.S. Patent Application No. 15/713,396.
- Özdüven, M. L., Coşkuntuna, L., Koç, F. (2005). Üzüm posası silajının fermentasyon ve yem değeri özelliklerinin saptanması. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 45-50.
- Özkan, Ç. (2012). Gladiçya (*Gleditsia triacanthos*) meyvesinin şeker pancarı posası silajında kullanımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Doktora Tezi*(s 69).
- Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elferink, S. J. O., Spoelstra, S. F. (2003). Microbiology of ensiling. *Silage science and technology*, 42, 31-93.
- Palangi, V., Taghizadeh, A., Sadeghzadeh, M. K. (2013). Determine of nutritive value of dried citrus pulp various using *in situ* and gas production techniques. *J. Biodivers. Environ. Sci*, 3, 8-16.
- Pang, H., Tan, Z., Qin, G., Wang, Y., Li, Z., Jin, Q., Cai, Y. (2012). Phenotypic and phylogenetic analysis of lactic acid bacteria isolated from forage crops and grasses in the Tibetan Plateau. *The Journal of Microbiology*, 50(1), 63-71.
- Pauly, T.M. (2009) Silage bacteria & toxins and ruminant health. In *Proceedings of the International Symposium on Forage Quality and Conservation* ed. Zopollatto, M., Muraro, G.B. and Nussio, L.G. pp. 243–268. Piracicaba: FEALQ.
- Pinto, C.L.O., Souza, L.V., Meloni, V.A.S., Batista, C., Silva, R., Martins, E.M.F., Cruz, A.G. and Martins, M.L. (2018) Microbiological quality of Brazilian UHT milk: identification and spoilage potential of spore-forming bacteria. *Int J Dairy Technol* 71, 20–26.
- Pitt, R. (1990). A model of cellulase and amylase additives in silage. *Journal of Dairy Science*, 73(7), 1788-1799.
- Pitt, R.E., Muck, R.E. and Pickering, N.B. (1991) A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass Forage Sci* 46, 301–312.
- Puntenney, S.B., Wang, Y. and Forsberg, N.E. (2003) Mycotic infections in livestock: recent insights and studies on etiology, diagnostics and prevention of Hemorrhagic Bowel Syndrome. In *Southwest Nutrition & Management Conference* pp. 49–63. Pheonix, Tuscon: Department of Animal Science, University of Arizona.
- Ranjit, T.N.K. and Kung, L. (2000) The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* or chemical preservative on the fermentation and stability of corn silage. *J Dairy Sci* 83, 526–535.
- Ryser, E.T., Arimi, S.M. and Donnelly, C.W. (1997) Effects of pH on distribution of *Listeria* ribotypes in corn, hay, and grass silage. *Appl Environ Microbiol* 63, 3695–3697.
- Rehder, A. (1956). *Manual of cultivated trees and shrubs*, 2-ed., 1 vol. N. York.
- Sánchez, M. D. (2002). *World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal*. Paper presented at the Mulberry for Animal Production: Proceedings of an Electronic Conference Carried Out Between May and August 2000.
- Santos, A.O., Avila, C.L.S. and Schwan, R.F. (2013) Selection of tropical lactic acid bacteria for enhancing the quality of maize silage. *J Dairy Sci* 96, 7777–7789.
- Santos, M.C., Lock, A.L., Mechor, G.D. and Kung, L. (2015) Effects of a spoilage yeast from silage on *In vitro* ruminal fermentation. *J Dairy Sci* 98, 2603–2610.

- Sargin, H., Denek, N. (2017). Effect of adding different levels of dried molasses sugar beet pulp on the silage quality and *In vitro* digestibility of wet tomato pomace silage. *Harran University Journal of The Faculty of Veterinary Medicine*, 6, 84-89.
- Savrunlu, M., Denek, N. (2016). Farklı seviyelerde yaş domates posası ilavesi ile hazırlanan mısır silajının kalitesinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(1), 5-11.
- Scherer, R., K. Gerlach, and K. H. Sudekum. 2015. Biogenic amines and gamma-amino butyric acid in silages: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and ruminant production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 210:1–16.
- Schoder, D., Melzner, D., Schmalwieser, A., Zangana, A., Winter, P. and Wagner, M. (2011) Important vectors for *Listeria monocytogenes* transmission at farm dairies manufacturing fresh sheep and goat cheese from raw milk. *J Food Prot* 74, 919–924.
- Seglar B. (2003): Mycotoxin effects on dairy cattle. Proceedings of the *Minnesota Dairy Health Conference*, 119-136.
- Selcuk, M., Selcuk, Z., Kahraman, Z., Ciftci, G., & Akal, E. (2013). Effects of dried tomato pulp used as a feed ingredient in breeder roosters' diets on blood and semen antioxidant status and on some sperm parameters. *Rev. Med. Vet.*, 164, 435-442.
- Sharma, S., Zote, K. (2010). Mulberry-a multi purpose tree species for varied climate. *Range Management and Agroforestry*, 31(2), 97-101.
- Spoelstra, S., Courtin, M., Van Beers, J. (1988). Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *The Journal of Agricultural Science*, 111(1), 127-132.
- Stergiadis, S., Allen, M., Chen, X., Wills, D., & Yan, T. (2015). Prediction of metabolisable energy concentrations of fresh-cut grass using digestibility data measured with non-pregnant non-lactating cows. *British Journal of Nutrition*, 113, 1571-1584.
- Swanson, K., Busta, F., Peterson, E., Johnson, M. (1992). Colony count methods. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 3, 75-95.
- Taasoli, G., Kafilzadeh, F. (2008). Effects of dried and ensiled apple pomace from puree making on performance of finishing lambs. *Pak J Biol Sci*, 11(2), 294-297.
- TİGEM (2019). 2019 Hayvancılık sektör raporu, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. <https://www.tigem.gov.tr/WebUserFile/DosyaGaleri/2018/2/a374cc25-acc1-44e8-a54663b4c8bce146/dosya/2019%20YILI%20HAYVANCILIK%20SEKTOR%20RA/PORU.pdf> (Erişim Tarihi: 17/11/2020)
- Tjardes, K., Buskirk, D., Allen, M., Ames, N., Bourquin, L., Rust, S. (2000). Brown midrib-3 corn silage improves digestion but not performance of growing beef steers. *Journal of animal science*, 78(11), 2957-2965.
- Tomich, T. R., Gonçalves, L. C., Tomich, R. G. P., Rodrigues, J. A. S., Borges, I., Rodriguez, N. M. (2004). Características químicas e digestibilidade *In vitro* de silagens de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6), 1672-1682.
- Tunçel, H., Gürgen, G., Çiçek, İ. (2004). Doğu Karadeniz Dağlarında Yaylacılık. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 49-66.
- TÜİK, 2018a. Bitkisel ve Hayvansal Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 19/08/2020)
- TÜİK, 2018b. Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 26/11/2018)
- TÜİK, 2020a. Hayvansal Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. [http:// www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 30.09.2020)

- TÜİK, 2020b. Hayvansal Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. [http:// www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 30.09.2020)
- TÜİK, 2020c. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. [http:// www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 30.09.2020)
- Ulrich A, Müller T. (1998). Heterogeneity of plant-associated streptococci as characterized by phenotypic features and restriction analysis of PCR-amplified 16S rDNA. *J. Appl. Microbiol.* 84: 293-303.
- Ülger, I., Konca, Y., Büyükkılıç Beyzi, S., Kaliber, M. (2017). Narenciye posası silajlarında kimyasal kompozisyon, enerji içerikleri ve organik madde sindirilebilirliğinin belirlenmesi, FBA-2016-6843. Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (sonuç raporu).
- Ülger, I., Kaliber, M., Ayaşan, T., Küçük, O. (2018). Chemical composition, organic matter digestibility and energy content of apple pomace silage and its combination with corn plant, sugar beet pulp and pumpkin pulp. *South African Journal of Animal Science*, 48(3), 497-503.
- Van Soest, P. v., Robertson, J., Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Vila-Donat, P., Marín, S., Sanchis, V. and Ramos, A.J. (2018) A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. *Food Chem Toxicol* 114, 249–259.
- Vohra, A., Syal, P. and Madan, A. (2016) Probiotic yeast in livestock sector. *Anim Feed Sci Technol* 219, 31–47.
- Wambacq, E., Vanhoutte, I., Audenaert, K., de Gelder, L. and Haesaert, G. (2016) Occurrence, prevention and remediation of toxigenic fungi and mycotoxins in silage: a review. *J Sci Food Agric* 96, 2284–2302.
- Wang, H., Hao, W., Ning, T., Zheng, M., Xu, C. (2018). Characterization of culturable yeast species associating with whole crop corn and total mixed ration silage. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 31(2), 198.
- Weinberg, Z. G., Muck, R. (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews*, 19(1), 53-68.
- Weinberg, Z.G., Khanal, P., Yildiz, C., Chen, Y. and Arieli, A. (2011) Ensiling fermentation products and aerobic stability of corn and sorghum silages. *Grassland Sci* 57, 46–50.
- Weiss, K., Kroschewski, B. and Auerbach, H. (2016) Effects of air exposure, temperature and additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic compounds in corn silage. *J Dairy Sci* 99, 8053–8069.
- Whiter, A., Kung Jr, L. (2001). The effect of a dry or liquid application of *Lactobacillus plantarum* MTD1 on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, 84(10), 2195-2202.
- Woolford, M.K. (1984) *The silage fermentation*. New York, USA: Marcel Dekker.
- Woolford, M. (1990). The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 68(2), 101-116.
- Yalçınkaya, M., Baytok, E., Yörük, M. A. (2012). Değişik meyve posası silajlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(2), 95-106.

- Zhou, B., Meng, Q., Ren, L., Shi, F., Wei, Z., Zhou, Z. (2012). Evaluation of chemical composition, *in situ* degradability and *In vitro* gas production of ensiled and sun-dried mulberry pomace. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21(1).
- Zhou, Z., Zhou, B., Ren, L., Meng, Q. (2014). Effect of ensiled mulberry leaves and sun-dried mulberry fruit pomace on finishing steer growth performance, blood biochemical parameters, and carcass characteristics. *PloS one*, 9(1), e85406.



ÖZ GEÇMİŞ



Yeliz KÖKSAL, 10.10.1983 tarihinde Ankara’da doğdu. Polatlı Anadolu Lisesi’ni bitirdikten sonra Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nden 2007 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden bu yana Veteriner Hekim olarak görev yapan Yeliz KÖKSAL, iyi derecede İngilizce bilmektedir. 16/11/2020

İletişim Bilgileri

E mail : ylzkksl@hotmail.com

Telefon : 0 544 565 99 61

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4943-3176>

