



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

**FİĞ+YULAF HASILINA İLAVE EDİLEN LAKTİK ASİT
BAKTERİLERİ+ENZİM KARIŞIMININ SİLAJ KALİTESİNE
VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Zeki KILIN

Danışman
Prof. Dr. Zehra SELÇUK

SAMSUN
2023

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



**FİĞ+YULAF HASILINA İLAVE EDİLEN LAKTİK ASİT
BAKTERİLERİ+ENZİM KARIŞIMININ SİLAJ KALİTESİNE
VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Zeki KILIN

Danışman

Prof. Dr. Zehra SELÇUK

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.VET.1904.21.015 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Zeki KILIN tarafından, **Prof. Dr. Zehra SELÇUK** danışmanlığında hazırlanan **“FİĞ+YULAF HASILINA İLAVE EDİLEN LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ+ENZİM KARIŞIMININ SİLAJ KALİTESİNE VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ”** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 26/04/2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Tarkan ŞAHİN Kafkas Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Zehra SELÇUK Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Habip MURUZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

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

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun 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.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

29 / 03 / 2023
Zeki KILIN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: FİĞ+YULAF HASILINA İLAVE EDİLEN LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ+ENZİM KARIŞIMININ SİLAJ KALİTESİNE VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 29/03/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 11

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

29 /03/ 2023
Prof. Dr. Zehra SELÇUK

ÖZET

FİĞ+YULAF HASILINA İLAVE EDİLEN LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ+ENZİM KARIŞIMININ SİLAJ KALİTESİNE VE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Zeki KILIN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları (Veteriner) Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Nisan/2023

Danışman: Prof. Dr. Zehra SELÇUK

Bu çalışmanın amacı, Macar fiğ-yulaf karışımından oluşan silaj materyaline laktik asit bakterileri+enzim (LBE) katkı maddesinin inokülasyonunun silajın besin bileşimi, kimyasal özellikleri ve *in vitro* sindirilebilirlik değerleri üzerine etkisini belirlemektir. Araştırmada, kontrol grubunun silajlarına LBE inokulantı eklenmezken, LBE1 ve LBE2 gruplarına sırasıyla 300 000 ve 500 000 cfu/g silaj materyali olacak şekilde LBE eklenmiş ve 60 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası kontrol, LBE1 ve LBE2 gruplarına ait silajların kuru madde içerikleri sırasıyla %23,17, %22,02 ve %22,33 bulundu ($P<0,05$). Çalışmada kontrol grubu ile deneme grupları arasında pH değerleri yönünden herhangi bir farklılık olmamakla beraber, en yüksek laktik asit değeri LBE2 grubu silajlarında tespit edilmiştir ($P<0,01$). Gruplardaki silajlara ait sindirilebilir kuru madde, kuru madde tüketimi ve nispi yem değeri arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Silajların 48 saatlik inkubasyon sonrası *in vitro* nötral deterjan fiber sindirilebilirliği (İVNDFS) değerleri kontrol, LBE1 ve LBE2 gruplarında sırasıyla %41,65; 44,14 ve 47,38 olarak bulunmuştur ve ilave edilen inokulant miktarları ile İVNDFS değerleri arasında linear bir korelasyon (R^2 : 0,894) olduğu belirlenmiştir. Macar fiğ-yulaf hasılı karışımının silaj fermentasyon parametrelerini ve İVNDFS değerlerini iyileştirilmesi amacıyla LBE inokulantının 500 000 cfu/g silaj materyali düzeyine kadar ilave edilmesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Macar fiğ, Yulaf, Silaj, İnokulant, Sindirilebilirlik Fermentasyon

ABSTRACT

DETERMINING THE EFFECTS OF LACTIC ACID BACTERIA+ENZYME MIXTURE ADDED TO VETCH+OAT GREEN FODDER ON SILAGE QUALITY AND DIGESTIBILITY

Zeki KILIN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases (Veterinary)

Master, April/2023

Supervisor: Prof. Dr. Zehra SELÇUK

The aim of this study was to determine the effect of inoculation of lactic acid bacteria+enzyme (LBE) additive to the silage material consisting of Hungarian vetch-oat mixture on nutrient composition, chemical properties and *in vitro* digestibility values of silage. In the study, while no LBE inoculant was added to the silages of the control group, LBE was added as 300 000 and 500 000 cfu/g of silage material for LBE1 and LBE2 groups, respectively, and incubated for 60 days. After incubation, the dry matter content of the silages of control, LBE1 and LBE2 groups were found as 23.17, 22.02 and 22.33%, respectively ($P<0.05$). Although there was no difference in pH values between the control and experimental groups in the study, the highest lactic acid value was found in LBE2 group silages ($P<0.01$). There was no difference between the digestible dry matter, dry matter consumption and relative feed value of the silages in the groups. *In vitro* neutral detergent fiber digestibility (IVNDFD) values of the silages after 48 h incubation were 41.65, 44.14 and 47.38% for the control, LBE1 and LBE2 groups, respectively, and it was determined that there was a linear correlation ($R^2: 0.894$) between the inoculant doses and the IVNDFD values. It was concluded that it is appropriate to the addition of LBE inoculant up to 500 000 cfu/g silage material to improve silage fermentation parameters and IVNDFS values of the Hungarian vetch-oat mixture.

Keywords: Hungarian Vetch, Oat, Silage, Inoculant, Digestibility, Fermentation

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Yem-gıda güvenirliliği yönünden kaliteli silaj, ruminantların beslenmesi kadar süt ürünlerinin kalitesi ve güvenliği için de önemlidir. Bu nedenle konservasyon süreci, iyi kaliteli silo yemi üretimi açısından dikkatle yönetilmesi gereken bir husustur. Silaj yapmak amacıyla yem bitkileri yalın veya karışım şeklinde ekilebilmektedir. Karışım halinde yetiştirilen bitkilerin silaj kalitelerinin de bilinmesi özellikle ruminant beslemede önemlidir.

Yüksek Lisans Tez konumun belirlenmesinden en son aşamasına kadar olan bütün süreçlerde benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, tezimin çalışma ve yazım aşamasında olumsuz bir düşünceye kapıldığımda öneri ve destekleriyle araştırmamı yönlendiren moral ve motivasyonumu yükseltmemi sağlayan tez danışman hocam Prof. Dr. Zehra SELÇUK'a, Yüksek Lisans eğitiminde gerek ders aşamasında gereksede ders dışında bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Ana Bilim Dalı çok değerli hocalarıma, özellikle laboratuvar çalışmamda değerli zamanını bana ayırarak destek ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Bora BÖLÜKBAŞ'a, Yüksek Lisans çalışmalarım boyunca destekleyen ve bana çalışmalarım için gerekli zamanı sağlayan Asarcık İlçe Tarım ve Orman Müdürü Sefer GİRİŞEN'e ve bu çalışmaya yardıma ihtiyaç duyduğumda yardımlarını hiç esirgemeyen ziraat mühendisleri Hakan YILMAZ ve Şahan SEVİL olmak üzere emeği geçen ziraat mühendisi arkadaşlarıma, bu çalışmamda zaman ayırabilmek için benim yerime de çalışmak zorunda kalan ve beni destekleyen veteriner hekim Mustafa VAROL ve Arman AKDEMİR'e, beni her zaman olduğu gibi bu çalışmamda da destekleyen ve fedakarlıktan hiçbir zaman kaçınmayan, manevi desteklerini hiç esirgemeyen eşim Güler KILIN'a ve oğlum Erbay KILIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışmayı PYO.VET.1904.21.015 proje numarası ile destekleyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne de teşekkür ederim.

Zeki KILIN

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Ülkemiz Hayvancılığının ve Kaba Yem Durumunun Değerlendirilmesi	4
2.2. Ruminat Beslemede Kaba Yem Kaynakları ve Önemi.....	7
2.3. Yem Bitkileri Üretimi	8
2.3.1. Buğdaygil yem bitkileri	10
2.3.2. Baklagil Yem Bitkileri.....	11
2.4. Kaba Yem Konservasyon Metotları.....	12
2.4.1. Silaj	133
2.4.1.1. Silaj Kalitesinin Belirlenmesi	166
2.4.1.2. Silaj katkı maddeleri	188
2.4.1.2.1. Fermantasyon Uyarıcıları.....	20
2.4.1.2.2. Fermantasyon İnhibitörleri.....	20
2.4.2. İnokulant Kullanılan Silaj Çalışmaları.....	211
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	266
3.1. Materyal	266
3.1.1. Silaj Materyali.....	266
3.1.2. Silaj Katkı Maddesi ve Deneme Dizaynı	266
3.2. Yöntem.....	277
3.2.1. Besin Madde Analizleri	277
3.2.2. Silajların Fermentasyon Özelliklerinin Belirlenmesi	277
3.2.3. Nispi Yem Değerinin Hesaplanması	277
3.2.4. Sindirilebilirlik Değerlerinin Belirlenmesi	288
3.2.5. İstatistik Analiz	299
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	30
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	411
KAYNAKLAR	433
ÖZ GEÇMİŞ.....	533

SİMGELER VE KISALTMALAR

AA	: Asetik Asit
ADF	: Asit Deterjan Fiber
ADL	: Asit Deterjan Lignin
BBHB	: Büyükbaş Hayvan Birimi
CA	: Canlı Ağırlık
CH ₄	: Metan Gazı
CO ₂	: Karbondioksit
DA	: Dekar Alan
DKM	: Doğal Kuru Madde
DLG	: Alman Tarım Örgütü
HA	: Hektar Alan
HB	: Hayvan Birimi
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HS	: Ham Selüloz
HY	: Ham Yağ
İVGS	: İn vitro Gerçek Sindirilebilirlik
KM	: Kuru Madde
KMT	: Kuru Madde Tüketimi
LA	: Laktik Asit
LAB	: Laktik Asit Bakterisi
LBE	: Laktik Asit Bakteri Enzim
ME	: Metabolik Enerji
N ₂ O	: Azot Protoksit
NDF	: Nötral Deterjan Fiber
NYD	: Nispi Yem Değeri
PA	: Propiyonik Asit
SKM	: Sindirilebilir Kuru Madde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ülkemiz 2022 Yılı Toplam Büyükbaş Hayvan Varlığının Dağılımı	5
Şekil 4.1. Kontrol, LBE1 ve LBE2 Gruplarına Ait Silajların Nispi Yem Değerleri.....	377
Şekil 4.2. Kontrol ve LBE ilave edilen gruplarda İVNDFS değeri.....	388
Şekil 4.3. Kontrol, LBE1 ve LBE2 katkıları ile silajların İVNDFS değerleri arasındaki linear korelasyonun	398



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Son Beş Yılda Ülkemizdeki Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı	4
Tablo 2.2. 2022 Yılı BBHB'ne Göre Hayvan Varlığı	7
Tablo 2.3. Türkiye'de 2022 Yılında Tarım Arazilerinde Üretimi Yapılan Yem Bitkilerinin Ekim Alanları ve Üretim Miktarları	10
Tablo 2.4. Fleig Puanına Göre Yemin Kalite Sınıflandırılması	17
Tablo 2.5. Yemlerin Silolama Durumlarına Göre Sınıflandırılması	199
Tablo 3.1. Kontrol ve Deneme Grupları Silaj Materyallerine Katkı ilavesi Oranları	266
Tablo 3.2. Tampon A ve B Solüsyonlarının Bileşimi	288
Tablo 4.1. Fiğ+Yulaf Hasılının Silolama Öncesi Besin Madde Bileşimi, Nispi Yem Değeri ve İn vitro Sindirilebilirlik Parametreleri	30
Tablo 4.2. Silajların Besin Madde Bileşimi	322
Tablo 4.3. Silajların Fermantasyon Özellikleri	344
Tablo 4.4. Silajların Nispi Yem Değerleri	366
Tablo 4.5. Silajların <i>In vitro</i> Sindirilebilirlik Değeri	388

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu sürekli artış göstermekte olup, 2050 yılında 9,8 milyara ulaşacağı öngörülmektedir. Dünya nüfusunun her yıl yaklaşık 82 milyon arttığı bildirilmektedir (Ataseven ve ark., 2020). Türkiye nüfusu 31 Aralık 2022 tarihi itibarıyla bir önceki yıla göre 599 bin 280 kişi artarak 85 milyon 279 bin 553 kişiye ulaşmıştır. (TÜİK, 2022a). Nüfus artışı ile birlikte bitkisel ve hayvansal gıda kaynaklarının tüketiminde de artış söz konusudur. Bu durum tarım ve hayvancılığın sürdürülebilirliğini daha da önemli kılmaktadır. Bununla beraber, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarımsal faaliyetlerde bulunan kırsal nüfusun toplam nüfusa oranı azalma eğilimindedir (Ataseven ve ark., 2020).

Büyükbaş ve küçükbaş hayvanların beslenmesinde kaba ve konsantre yem teminindeki süreklilik ve maliyet işletmelerin karlılığı için önemlidir. Bu nedenle ruminant beslemede gerek rumen fermentasyonunun desteklenmesi ve gerekse verim parametrelerinin sürdürülebilmesi için çayır ve mera bitkilerinin yansıra yem bitkisi üretimi de önem taşımaktadır.

Ruminantlar tarafından sevilerek tüketilen yeşil kaba yemlerin yılın her döneminde temin etmek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle yeşil kaba yemlerin içerdikleri besin maddelerini koruyacak şekilde saklanmalarında silolama önemli bir konservasyon yöntemidir.

Silaj yemler, hasat edilen yeşil yemlerin en az besin madde kaybıyla saklanmasına ve depolanmasına imkan sunan, kuru kaba yemlere göre yemlemeyi ve rasyon formülasyonunu kolaylaştıran yemler olup, dünya genelinde hayvancılık işletmelerinde yaygın olarak kullanılırlar (Mahanna ve Chase, 2003). Silolama ile büyük miktarlardaki kaba yem kütlesi hızla muhafaza edilebilir, hasat ve depolama süreci kuru kaba yem eldesine göre hava koşullarına daha az bağımlılık göstermektedir.

Yem-gıda güvenirliliği yönünden kaliteli silaj, ruminantların beslenmesi kadar süt ürünlerinin kalitesi ve güvenliği için de önemlidir. Bu nedenle konservasyon süreci, iyi kaliteli silo yemi üretimi açısından dikkatle yönetilmesi gereken bir husustur. Silaj kalitesi, silaj materyalinin fermentasyon için yeterli düzeyde suda çözünebilir karbonhidrat içermesine, anaerobik koşullara, pH düzeyine, sıcaklık,

silolanan materyalin besin madde bileşimine, tamponlama kapasitesine ve nem içeriğine bağlıdır. Birçok faktörden etkilenen silaj fermentasyonunu iyileştirmek amacıyla silaj katkı maddeleri kullanılmasına ilişkin çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Silaj kalitesini artırmak için absorbanlar (buğday, tahıl, şeker pancarı küspesi), fermantasyon uyarıcıları (mikrobiyal silaj katkıları) ve fermantasyon inhibitörleri (organik tuzlar) gibi silaj katkı maddeleri yıllardır kullanılmaktadır (Ergün ve ark., 2016). Son yıllarda silajın yem değerini ve fermantasyon kalitesini iyileştirmek için biyolojik silaj katkı maddeleri özellikle laktik asit bakterileri, enzimler veya bunların kombinasyonları üzerinde araştırmalar yapılmaktadır (Besharatı ve ark., 2021; Nair ve ark., 2020; Uğurlu ve ark., 2022). Silaj yapmak amacıyla yem bitkileri yalın veya karışım şeklinde ekilebilmektedir. Karışım halinde ekilen ürünler hasatta ve silolamada kolaylık, kalitede artış sağlamaktadır. Baklagil türlerinin gövdesinin sürünücü ve zayıf özellikte olması yatmalarına sebep olurken, verim ve kalitelerini de düşürmektedir. Baklagillerin tahıllarla karışık olarak yetiştirilmesi gelişmelerinin daha iyi olmasını ve yatma sonucu ortaya çıkan verim kayıplarını azaltabilmektedir (Anlarsal ve ark., 1996; Tan ve Serin, 1996). Karışım halinde yetiştirilen bitkilerin silaj kalitelerinin de bilinmesi özellikle ruminant beslemede önemlidir. Baklagil türlerinin protein içerikleri yüksek olup, karbonhidrat içerikleri düşüktür. Bu nedenle silolanmaları zordur. Bununla beraber, baklagillerin düşük enerji içerikleri laktik asit üreten bakterilerin silolama sırasında gelişmelerine engel oluşturmakta, tampon kapasitelerinin yüksek olması pH düşüşlerinin optimum düzeyde olmasını engelleyebilmektedir (Goodrich ve Meiske, 1985). Đorđević ve ark. (2016), homofermentative *Lactobacillus plantarum* (LP1, LP2, LP3 ve LP4) inokulantının yonca silajının kuru madde, kül, ham protein, laktik asit, asetik asit, toplam sindirilebilir besin madde ve nispi yem değerlerini artırdığını, asit deterjan fiber(ADF), nötr deterjan fiber(NDF), pH, bütirik asit değerlerini ise azalttığını bildirmiştir. Bitki hücre duvarı bileşenlerini parçalama potansiyeline sahip olan enzimler, laktik asit bakterilerinin gelişimi için daha fazla fermente edilebilir substrat açığa çıkarabilirler. Bu potansiyel, daha yüksek LA üretimini teşvik edebilir ve silajın fermantasyon kalitesini artırabilir (Irawan ve ark., 2021). Bijelić ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada vejetasyonun başlangıcında ve vejetasyonun ilerleyen döneminde (%50 çiçeklenme) hasat edilen bitki bileşiminde baklagillerin yer aldığı silaj materyallerine silolama öncesi homofermentatif laktik asit bakterileri (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus faecium*,

Lactobacillus salivarius) ve dört farklı enzim (sellüloz, hemisellüloz, amilaz, ksilanaz) içeren karışım ilave edilmiştir. Çalışma sonunda vejetasyonun ilerleyen döneminde biçilen silaj materyallerinden elde edilen silajların daha yüksek kuru madde, laktik asit içeriğine ve daha düşük amonyak azotu konsantrasyonuna sahip olduğu belirtilmiştir.

Baklagil bitkilerinden silaj yapabilmek için laktik asit oluşumunu teşvik etmek için nişasta bakımından zengin ve fermentasyonun da istenen düzeyde devam etmesi için arpa, yulaf ve tritikale gibi tahıllarla karışık yetiştirilmesi gerektiği bildirilmektedir (Goodrich ve Meiske, 1985). Baklagil familyasına ait yem bitkilerinin ham protein içerikleri buğdaygil familyasına ait yem bitkilerine göre daha yüksek, buna karşın kolay fermente olabilen karbonhidrat içerikleri düşük olduğu bilinmektedir. Bu çalışma, çoğunluğunu baklagil familyasına ait Macar fiğinin oluşturduğu silaj materyaline (%75 Macar fiğ-%25 yulaf tohumu içerecek şekilde ekimi yapılmış olan) farklı düzeylerde laktik asit bakteri+enzim içeren silaj inokulantı ilavesinin fermentasyon kalitesini iyileştirerek silaj kalitesi ve sindirilebilirliği üzerine olumlu etki gösterebileceği hipotezi ile kurgulanmıştır. Bu hipotez doğrultusunda yürütülen çalışmada, inokulant ilavesi yapılmayan ve yapılan gruplara ait silajların fermentasyon özelliklerinin, besin madde bileşiminin ve *in vitro* sindirilebilirlik değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Süt ve et yönlü işletmelerde hayvansal üretim miktarını artırmada genetik potansiyeli yüksek hayvanların elde tutulmasının yanı sıra, bu hayvanların genetik kapasiteleri dahilinde beklenen verimin alınabilmesi için yaşama ve verim payı besin madde ve enerji ihtiyaçlarının kaba ve konsantre yem maddelerinden oluşan rasyonlarla karşılanması önemlidir. Ruminant sindirim sisteminin anatomik yapısı ve fizyolojisi nedeniyle bu hayvanlar besin madde ve enerji gereksinimlerinin önemli bir bölümünü kaba yemlerden sağlarlar ve hacimli yapıya sahip olan kaba yemleri rumen mikroorganizmalarının enzim sistemleri sayesinde değerlendirir. Bu sebeple rumen ekosisteminin devamlılığının sürdürülmesi gerek rumen fermentasyonu ve gerekse hayvan sağlığı açısından büyük önem taşır (Ergün ve ark., 2020).

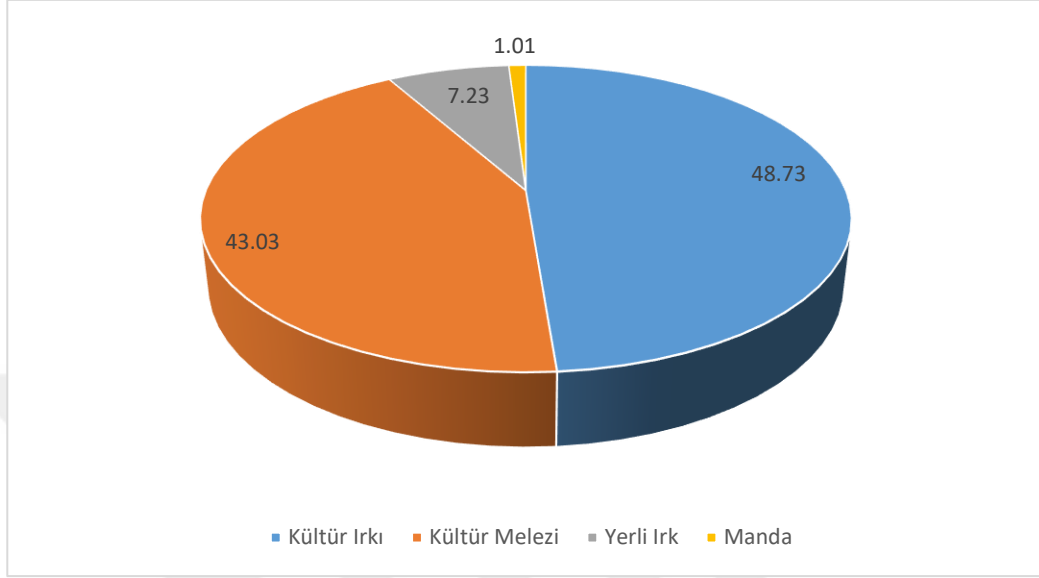
2.1. Ülkemiz Hayvancılığının ve Kaba Yem Durumunun Değerlendirilmesi

Tablo 2.1. Son Beş Yılda Ülkemizdeki Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı (TÜİK, 2022b)

	2018	2019	2020	2021	2022
Sığır-Kültür	8 419 204	8 559 855	8 838 498	8 824 784	8 295 825
Sığır-Kültür Melezi	6 536 073	7 554 625	7 594 127	7 641 100	7 324 866
Sığır-Yerli	1 593 005	1 573 659	1 532 857	1 384 659	1 231 265
Manda	178 397	184 192	192 489	185 574	171 835
Büyükbaş (Toplam)	17 220 903	17 872 331	18 157 971	18 036 117	17 023 791
Koyun	35 194 972	37 276 050	42 126 781	45 177 690	44 687 888
Keçi	10 922 427	11 205 429	11 985 845	12 341 514	11 577 862
Küçükbaş (Toplam)	46 117 399	48 481 479	54 112 626	57 519 204	56 265 750
Toplam	63 339 302	66 353 810	72 270 597	75 555 321	73 289 541

Ruminant rasyonları, kaba ve konsantre yem kaynakları kullanılarak hazırlanmaktadır. Hayvancılık işletmelerinde giderler içerisinde yem teminine ayrılan pay (yaklaşık %70) oldukça yüksektir. TÜİK 2022 verilerine göre son beş yıllık dönem ait ülkemiz büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı Tablo 2.1’de sunulmuştur (TÜİK, 2022b).

Ülkemizde 2022 yılında toplam büyükbaş hayvan varlığı 17 023 791 olup, büyük baş hayvan dağılımı Şekil 2.1’de gösterilmektedir. Bu sayının %48,73’ü kültür ırkı, %43,03’si kültür melezi, %7,23’i yerli ırk ve %1,01’ü mandadır.



Şekil 2.1. Ülkemiz 2022 Yılı Toplam Büyükbaş Hayvan Varlığının Dağılımı(%) (TÜİK 2022b)

Yerli ırklara göre canlı ağırlıkları daha yüksek olan kültür ırkı ve kültür melezi sığırların yem tüketimlerinin de daha fazla olması hayvan beslemede kaba yem temini açısından da önem taşımaktadır. Ülkemiz hayvan varlığının kaba yem ihtiyacının belirlenmesinde kullanılan birim Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB)’dir. Laktasyon döneminde 500 kg canlı ağırlığında ve buzağısı olan kültür ırkı bir inek 1 Hayvan Birimi (HB) olarak kabul edilmektedir (Altın ve ark., 2009). Ülkemiz 2022 yılı hayvan varlığının BBHB hayvan varlığı olarak değeri Tablo 2.2’de sunulmuştur.

Bir BBHB’nin bir günlük yaşama payı ihtiyacını karşılaması için canlı ağırlığının %10’u kadar yeşil kaba yeme veya canlı ağırlığının yaklaşık %2,5’u düzeyinde kuru ota ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer bir ifadeyle 1 BBHB için günlük yaşama payı ihtiyacının karşılanmasında 50 kg yeşil kaba yeme veya 12,5 kg kuru ota gereksinim duyulur (Altın ve ark., 2009). Bu verilere göre 1 BBHB için yıllık yeşil kaba yem ihtiyacı (500 kg x %10 x 365 gün) 18,25 ton, kuru ot ihtiyacı ise (500 kg x %2,5 x 365 gün) 4,56 tondur. Hayvan sayısındaki artış gereksinim duyulan yeşil kaba yem ya da kuru ot miktarında da artışa neden olmaktadır.

Ülkemizde 2022 yılında yaklaşık olarak yem bitkisi tarımından üretilen yeşil ot miktarı 66 924 214 tondur (TÜİK, 2022c). Çayır ve mera alanlarında elde edilen kuru ot miktarı iklim, toprak yapısı ve topoğrafın etkisiyle bölgeler arası büyük farklılık göstermektedir. Örneğin Karadeniz bölgesinde ortalama faydalı kuru ot verimi 100 kg/da alınabilirken, Güneydoğu Anadolu bölgesinde bu rakam 45 kg/da dır (Altın ve ark., 2011). Ülkemizde 2022 yılında BBHB bazında hayvan varlığı göz önüne alındığında yaklaşık olarak (20 483 707 x 4,56) 93 405 703 ton kaliteli kuru ota ihtiyaç duyulmaktadır. Yem bitkisi tarımından 2022 yılında elde edilen yeşil ot miktarı 66 924 214 tondur (Tablo 2.3). Yeşil otun 1/4'ü alınarak (4342 sayılı Mera Konunu'na göre) heaplanan kuru ot miktarı 16 731 053 tondur. Ülkemizde 2022 yılında 14 617 000 hektar çayır ve mera alanından yaklaşık olarak 8 027 288 ton kuru ot elde edilmiştir (TÜİK, 2022d). 2022 yılında yem bitkileri tarımından ve çayır mera alanlarından elde edilen kuru ot mikatrı yaklaşık 24 758 341 tondur. 2022 yılı için kaliteli kuru ot ihtiyacımız gereksinim duyulan 93 405 703 ton kuru ottun üretilen 24 758 341 ton kuru ot çıkartıldığında kaliteli kuru ot açığı 68 647 362 tondur. 2022 yılında üretilen kuru ot miktarı ihtiyacın %26,5 karşılanmaktadır.

Köksal (2020) tarafından TÜİK 2019 yılı verileri kullanılarak yapılan hesaplamada 19 802 463 BBHB'nin bir yıllık kuru ot ihtiyacı 90 348 737 tondur. Yem bitkileri tarımı ve çayır-mera alanlarından elde edilen kuru ot miktarı toplam 21 770 129 ton olduğu belirtilmiştir. İhtiyaç duyulan 93 348 737 tondan üretilen 21 770 129 tonu çıkartıldığında kaliteli kuru ot ihtiyacı açığının 68 578 608 ton olduğu belirtilmiştir.

Okcu (2020) tarafından TÜİK 2019 hayvancılık verileri ve bitkisel üretim verileri kullanılarak yapılan benzer bir hesaplamada 91 782 385 ton kaliteli kuru ot ihtiyacının yem bitkileri tarımı ve çayır-mera alanlarından elde edilen kuru ot üretimi ile 23 391 891 tonu karşılandığı tespit edilmiştir. İhtiyaç duyulan 91 782 385 ton kuru ottan üretilen 23 391 891 ton kuru ot çıkartıldığında kuru ot açığının 68 390 494 ton olduğu belirtilmiştir. Yapılan bu hesaplamalar göz önüne alındığında Ülkemizde ciddi bir kaliteli kaba yem açığı olduğu görülmektedir. Ayrıca gereksinim duyulan kaliteli kaba yem ihtiyacının önümüzdeki yıllarda da Ülkemiz için önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaya devam edecektir. Gerek hayvan sayısının artması gerekse kültür ve kültür melezi ırkların sayısının artması BBHB'ni artırdığından gereksinim duyulan kaliteli kaba yem ihtiyacını da artırmaktadır.

Ülkemizdeki meralar genel olarak kültür ırkı sığırların ihtiyaçlarının karşılanması ve otlatılmasına uygun olmayan arazi yapısına sahiptir. Gereksinim duyulan kaba yem ihtiyacının karşılanması için meraların yetersiz olmasından dolayı ihtiyaç duyulan kaba yem açığı yem bitkileri tarımı ile karşılanmaya çalışılmaktadır (Acar ve ark., 2020).

Tablo 2.2. 2022 Yılı BBHB'ne Göre Hayvan Varlığı (TÜİK, 2022b)

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	HB	BBHB
Kültür Sığır	8 295 825	1	8 824 784
Melez Sığır	7 324 866	0,75	5 493 649
Yerli Sığır	1 231 265	0,50	615 632
Manda	171 835	0,90	154 651
Koyun	44 687 888	0,10	4 468 788
Keçi	11 577 862	0,08	926 203
Toplam BBHB	73 289 541	-	20 483 707

HB: Hayvan Birimi; BBHB: Büyük Baş Hayvan Birimi

2.2. Ruminat Beslemede Kaba Yem Kaynakları ve Önemi

Ruminantlar, yaklaşık 10.000 yıl önce evcilleştirilmelerinden günümüze kadar insan beslenmesinde önem taşıyan et ve süt gibi hayvansal ürünler ile topluma, deri, gübre ve yün gibi ürünlerle de ekonomiye hizmet etmektedir.

Ruminantlar dört kompartımanlı (rumen, retikulum, omasum ve abomasum) mide yapısına sahiptir. Bu antomik yapıda özellikle rumen içerisindeki mikroorganizma popülasyonu sayesinde yapısal karbonhidratça zengin yapı gösteren yem materyallerini değerlendirebilirler. Rumendeki bu mikrobiyel popülasyon başta selüloz ve diğer yapısal karbonhidratları ve proteinleri oligosakkaritler, şekerler ve amino asitler gibi kısa vadeli ara ürünlere indirgerler. Ara ürünler, konakçı hayvanı beslemek için uçucu veya kısa zincirli yağ asitleri, mikrobiyal protein ve vitaminlerin üretimi için substratlar haline gelir (Kellems ve Church, 2002). Rumen'deki mikrobiyal fermentasyon ile ruminantlar metabolik enerjilerinin yaklaşık %70'ini

sağlayabilir ve sentezlenen mikrobiyal protein, ince bağırsağa ulaşan amino asitlerin %90'ını oluştururlar (Bergman, 1990).

Kaba yem, birim hacminde sindirilebilir besin madde yoğunluğu az, kuru maddesinde %18 ve üzerinde ham selüloz içeriğine sahip olan yemlerdir. Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılan kaba yem kaynakları arasında çayır-mera alanları, kültürü yapılan yem bitkileri, tarımsal artıklar yer almaktadır (Ergün ve ark., 2016).

Ruminantların beslenmesinde ve hayvansal üretimin karlı olabilmesi için büyük öneme sahip olan kaba yemlerin kaynaklarından biri çayır ve mera alanlarıdır. Çayır ve meralar, hayvancılığın ve tarımsal faaliyetlerin etkili bir şekilde sürdürülebilmesi için sahip olduğu flora, fauna çeşitliliği ve gen kaynaklarının gelecek nesillere aktarılması için mutlaka korunması ve geliştirilmesi gereken alanlardır (Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016). Ülkemizde çayır mera alanları 14 milyon 617 bin ha ile Türkiye yüz ölçümünün %18,7'sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2021d). 1940 yılında 44,2 milyon ha sahip çayır ve mera alanımız 2000 yılında 12,4 milyon ha'a gerilemiştir. 2001 yılında 14.617 bin ha yükselen çayır ve mera alanları toprak ve arazi korunmasına yönelik çıkarılan kanunların da etkisi ile günümüze kadar mevcut durumunu korumuştur (TÜİK, 2022d). Ancak çayır ve mera olarak belirlenen arazilerin bilinçsiz bir şekilde otlatılması ve amaç dışı kullanılması sonucu sınırlı olan bu anların gün geçtikçe kalitesi azalmaktadır. Kaliteli kaba yem ihtiyacının fazla olduğu her geçen gün dahada arttığı bu dönemde gereksinim duyulan kaliteli kaba yemin karşılanmasını güçleştirmektedir. Ülkemiz genellikle kurak bir iklime sahip olmasından dolayı yıllık yağış miktarı yeterli düzeyde olmadığından çayır ve meralarımız orta ve düşük düzey özelliklerini gösterdiğinden daha çok koyun yetiştiriciliği için uygundur (Hanoğlu, 2014).

2.3. Yem Bitkileri Üretimi

Yem bitkileri tarımı kaliteli kaba yemin üretilmesinde rol oynadığı gibi doğal kaynakların korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesinde de büyük bir önemi vardır. Özellikle baklagillerin *Rhizobium* sp. bakterisi ile kurduğu simbiyoz yaşam ile toprağa kazandırdıkları azot sayesinde toprağın azot gereksinimini azaltmaktadır. Bu sayede gerek endüstriyel azot kullanımı azaltması sebebi ile endüstriyel azot üretiminde kullanılan fosil yakıt kullanımının azalmasına bağlı çevre kirliliğinin önlenmesine yardımcı olmaktadır. Yapılan çalışmalarda baklagillerin ve

buğdaygillerin birlikte yetiştirildiği durumlarda baklagillerin azot bağlama kapasitelerinin tek başına yetiştirildiği durumlara göre daha fazladır (Lüscher ve ark., 2016). Baklagillerin ve buğdaygillerin birlikte yetiştirildiği alanlarda yaklaşık olarak tutulan azot miktarının bir yılda 100-380 kg arasında olduğunu bununda 10-70 kg ha'lık kısmının buğdaygillere aktarıldığı belirlenmiştir (Nyfeler ve ark., 2011).

Tarımsal üretimde özellikle hayvansal üretim kaynaklı salınan karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve azot protoksit (N_2O) gibi sera gazları çevre kirliliğine yol açmaktadır (Hristov ve ark., 2013). Rasyon kaba yem kalitesinin artırılmasının sindirim sistemi kaynaklı metan gazı salınımını azalttığı bildirilmiştir (Chung ve ark., 2013). Rasyonda kullanılan baklagil yemlerinin miktarı arttığında rumende oluşan metan gazı (CH_4) miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Martin ve ark., 2016). Yapılan bir çalışmada yalnız buğdaygillerin bulunduğu merada otlayan et sığırlarının yonca ve buğdaygillerin karışık olarak bulunduğu merada otlayan et sığırlara oranla %25 daha fazla metan gazı ürettikleri belirtilmiştir (McCaughey ve ark., 1999).

Ülkemizde 2022 yılında yem bitkilerinin dikim alanlarının ve üretim miktarını Tablo 2.3' de gösterilmektedir. Tablo'ya göre en fazla üretilen baklagil yeşil yemi yonca olurken buğdaygil ailesine ait en fazla üretimi yapılan mısır silajı olmuştur (TÜİK, 2022c).

Tarımsal üretimin en önemli yapı taşlarından olan yem bitkileri, toprağın organik madde miktarını artırdığı, toprağı havalandırdığı, su tutma kapasitesini ve geçirgenliğini iyileştirdiği bildirilmiştir. Ayrıca zararlı ve yabancı otları baskılayarak bu otların üremesinin engellenmesi için gerekli kimyasalların kullanımını azaltması çevre dostu sürdürülebilir bir tarım için olmazsa olmazlardan olduğu unutulmamalıdır (Acar ve ark., 2018; Undi ve ark., 2016).

Yem bitkilerin gün içinde besin değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmektedir. Bitkiler kolay çözünebilir karbonhidratları gün içinde fotosentez yolu ile üretilip depolarlar. Depoladığı karbonhidratı bir kısmını gece solunum yolu ile harcarlar. Bu nedenle kolay çözünen karbonhidrat seviyesi sabah en düşük düzeydedir akşama doğru ise en yüksek seviyesine ulaşır. Yağış oranının düşük olduğu bölgelerde sabah yapılan hasadın öğleden sonra yapılan hasada oranla daha düşük ot kalitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Öğleden sonra kolay çözünen karbonhidrat miktarının fazla olması ve güneş bitkinin solunum hızını azaltmasından kaynaklanmaktadır (Budak ve Budak, 2014).

Tablo 2.3. Türkiye'de 2022 Yılında Tarım Arazilerinde Üretimi Yapılan Yem Bitkilerinin Ekim Alanları (Da) ve Üretim Miktarları (Yeşil ot/Ton) (TÜİK, 2022c)

Ürün	Ekili alan (da)	Üretim(yeşil/ton)
Yonca	6 435 927	19 064 213
Korunga	1 618 249	1 786 207
Fiğ	3 421 760	4 020 433
Silajlık Mısır	5 298 522	28 558 983
Hayvan Pancarı	11 491	56 360
Burçak	20 432	12 417
Üçgül	72	117
Yem şalgamı	49 459	268 890
Buğday	168 327	310 966
Arpa	292 728	482 665
Çavdar	106 546	150 885
Yem bezelyesi	258 867	475 005
Yulaf	3 607 194	4 649 051
Sorgun	29 205	117 076
Tritikale	619 185	1 072 635
Mürdümük	66 994	55 208
İtalyan çimi	539 944	2 122 105
Sudan otu	2 424	9 169
Çayır otu	4 955 951	3 683 405
Diğer Yem bitkileri	16 932	28 424
Toplam	27 520 209	66 924 214

Da: Dekar Alan

2.3.1. Buğdaygil yem bitkileri

Dünya üzerinde bakıldığında serin mevsim kuşaklarında bulunan meraların en önemli bitki örtüsünü buğdaygiller oluşturmaktadır. Baklagillere göre adaptasyon yetenekleri yüksek olmasından dolayı elverişsiz iklim ve toprak şartlarında yetişen bitkilerden olmaları, bu zorlu şartların doğal vejetasyonların dominant bitkilerini oluştururlar (Serin ve Tan, 2009).

Vejetatif dönemlerinde kullanıldıklarında yeterli düzeyde sindirilebilir enerji ve sindirilebilir proteine sahiptirler. Yapılarında bulundurdıkları kolay çözünebilen

karbonhidratlardan dolayı silaj yapımına en uygun yem bitkileridir. Buğdaygiller önemli özelliklerinden biride azotlu gübrelemelere tepkileri yüksek olmasıdır. Bu özelliklerinden dolayı organik maddece fakir topraklarda ihtiyaç duydukları azotu gübreleme ile karşılanmaktadır. Topraktaki azotu kolayca aldıklarından verim artışı sağlarlar. Bu özelliklerinden dolayı Baklagiller ile karışık yetiştirildiğinde azot ihtiyaçlarının büyük bir bölümünü karşılarlar (Erkovan, 2005). Mısır dışında silaj yemi elde etmek için en fazla yulaf, arpa, tritikale ve buğday kullanılmaktadır (Karakozak ve Ayaşan, 2010).

Yulaf arpa ve pirinç gibi tanesinin etrafında karyopis ile kaplıdır. Bu nedenle karyopis bulunmayan buğday gibi tahıllar oranla 2,5 kata kadar selüloz bulundurulur. Protein değerleri kavuzsuz tahıllara göre düşüktür. Kavuzlarından arındırıldıklarında protein değerleri buğdayınkine yakındır (Anonim, 2011).

Yulaf bol nişasta içeriğine sahip taneleri için yetiştirilen bir bitkidir. Yulaf (*Avena sativa* L.), otlatma ve silaj gibi hayvan besleme sistemlerinde kullanılan diğer tahıllara göre daha düşük protein içeriğine (%6,45-7,84) sahiptir (Omokanye, 2014). Yulafın protein içeriğine, yetiştirme şartlarına göre değişmektedir. Diğer tahıllarda olduğu gibi yulafta da esansiyel bir aminoasit olan lizin proteini düzeyi düşüktür (Konak, 2008). Yulaf, lezzetli ve enerji yönünden zengin bir bitkidir. Yulaf, hayvan beslemede yeşil yem temininin sıkıntılı olduğu dönemlerde genellikle silaj ya da kuru ot olarak kullanılabilir (Suttie ve Reynolds, 2004).

2.3.2. Baklagil Yem Bitkileri

Baklagillerin buğdaygillere oranla daha kaliteli ot verdiği belirtilmiştir. Bunun nedeni baklagillerin yapılarında daha az hücre duvarı bileşeni içermesinden kaynaklandığını bu nedenle hayvanlar tarafından daha fazla tercih edildiği belirtilmiştir. Sindirilebilirlikleri buğdaygillere göre %9 daha fazla olduğu bildirilmektedir (Ball ve ark., 2001). Baklagil familyasının en önemli temsilcileri arasında yonca, üçgül, fiğ, korunga yer almaktadır.

Fiğ, ülkemizde geniş yetiştirme alanlarına sahip yem bitkilerindendir. Kurağa ve soğuğa çok dayanıklı değildir. Sulanabilen veya yetiştirme dönemlerinde çok yağış alan bölgelerde iyi bir gelişim göstermektedir. Yeşil ve kuru otu hayvanlar tarafından sevilerek tüketilir. Tanelerinin protein değeri yüksek olmasından dolayı konsantre yem olarak da kullanılabilir. Fiğin gövde yapısı ince olmasından dolayı büyümesi ilerledikçe kolayca yatabilmektedir. Taneleri için üretimi dışında

buğdaygil yem bitkileri ile birlikte önerilmektedir (Elçi, 2005). Bu sayede gerek fiğın yatması engellenerek verim kaybının önlenir. Baklagil ve buğdaygil yem bitkileri birlikte ekildiklerinde baklagil yem bitkilerinin karbonhidrat içeriğı düşük olduğundan buğdaygil yem bitkilerinin yüksek karbonhidrat içeriğinden dolayı dengeli ve kaliteli yem elde edilmiş olur. Buğdaygil yem bitkilerine sarılarak büyüyeceğinden hasatı daha kolay olur (Ünal ve ark., 2005).

Buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinin karışık ekimleri ayrı ayrı ekimlerine oranla daha fazla avantajları vardır (Karadağ ve Büyükburç 2004; Sayar ve Kendal, 2014). Birbirleri ile uyumlu türlerin birlikte ekilmelerinde birbirlerinin gelişimlerinin hızlandırdıkları, olumsuz çevre koşullarında dayanıklılığın arttığını ve birlikte ekildiklerinde ot kalitesinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Avcıoğlu ve ark., 1991; Vallentine, 1980).

Macar fiğı soğuk ve kurak koşullara adapte olması, verim ve kalitesi yüksek olan bir yem bitkisidir. Bununla beraber zayıf gövde yapısı sebebiyle yatması bir problemdir. Bu nedenle tek yıllık tahıl türleri ile karışım halinde yetiştirilmesi önerilmektedir (Twidwell ve ark., 1987).

2.4. Kaba Yem Konservasyon Metotları

Kaba yem üretimi kadar kaliteli kaba yem üretimi de hayvan beslemede ayrı bir öneme sahiptir. Üretilen kaba yemin hayvan tarafından tüketimine kadar geçen sürede kalitesinin korunması gerekir. Kaba yemlerde kaliteyi yapısında bulunan vitamin, mineral, ham protein, ham yağ kolay sindirilebilir karbonhidrat ile sindirilebilirliği etkileyen selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi hücre duvarı unsurlarının miktarları belirlemektedir. Hayvanın ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yemi yılın her dönemi bulmak mümkün değildir. Bu nedenle üretilen kaba yemin yılın her döneminde ulaşılabilir olması için mutlaka muhafaza edilmesi gerekmektedir. Muhafaza yöntemlerine göre değişik oranlarında kalite kaybı yaşanmaktadır (Acar ve ark., 2020).

Kaba yemler nem içerikleri %14-20 oranına kadar düşürüp kuru ot şeklinde saklanabilecekleri gibi kuru ota göre daha nemli bir kaba yem olan silaj şeklinde de muhafaza edilmektedir. Her iki yöntemde de teknikleri doğru uygulanarak kalite kaybını en az düzeyde tutmak mümkündür. Kaba yemleri kurutmak ve silaj yapmak birbirinden farklı tekniklerdir. Ülkemizde kaliteli kaba yem üretiminde olduğu gibi

kaliteli kaba yemin muhafazasının doğru yapılabilmesi için yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. (Acar ve ark., 2020)

Yem bitkilerinin üretimi, hasadı ve muhafaza şeklinin belirlenmesinde iklim büyük bir öneme sahiptir. İklim şartlarına bağlı olarak seçilen ürün, hasat zamanı ve muhafaza şekli değişmektedir. Bu durum hem kaliteyi hem de maliyetleri belirlemektedir. Geleneksel yöntem ile yapılan depolama ve hasat işlemlerinde özellikle hasat zamanında elverişsiz iklim koşullarına bağlı ciddi kalite kayıplarına yol açmaktadır. Bu durumun iklimin etkisini en aza indirmek için iklim koşullarından en az etkilenen silaj, haylaj hatta peletlem gibi muhafaza teknikleri kullanılabilir (Acar ve ark., 2020).

2.4.1. Silaj

Napoli'de bir Müzede MÖ 1000-1500 yıllarında ait Mısır duvar resminde, çiftçilerin bir siloyu sorgum benzeri bir ürünle doldurduğunu gösteren kanıtlar vardır. MÖ 1200 dönemine dayanan Kartaca harabelerinde de silolara rastlanmıştır. Romalı tarihçi ve tarım yazarı Cato (MS 100), Tötonlar'ın gübre ile döşenmiş çukurlar içerisinde yeşil yem depoladıklarından bahsetmiştir. Silaj yapımının, Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak kullanılan bir teknik olmaya devam etmesini takiben Avrupa'nın diğer bölgelerinde yaygın bir uygulama haline gelmesi ancak on sekizinci yüzyıla kadar sürmüştür. Kuzey Avrupa'da on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında silaj yapımına ilişkin ilk raporlar, İsveç'e ve Rusya'nın kuzey eyaletlerine atıfta bulunmaktadır. Eski zamanlarda çiftçilerin yeşil yemi basitçe kazılmış bir çukura doldurma ve üzerini toprakla örtme uygulaması, Avrupa'da yirminci yüzyıla kadar sürdürülmüştür. 20. yüzyılın ilk yarısında silaj yapımında iki yöntem ileri sürülmüştür. Bunlardan birincisi, İngiliz bilim adamı Fry tarafından 19. yüzyılın sonlarına doğru ortaya konulan ve Birinci Dünya Savaşı sırasında İsviçre'de daha da geliştirilen "sıcak" yöntemdir. Bu yöntemde bazen %30 kuru madde içerecek şekilde solmuş olan yeşil yemlerin kullanılması gerektiğini ve silo hava almayacak şekilde kapatılmadan önce en az 50 °C'ye ısıtılmasını belirtmiştir. Bununla birlikte, bu yöntem, büyük miktarda kuru madde ve yem değeri kayıplarına neden olmuştur. İkinci yöntem Almanya'da geliştirilen "soğuk" yöntem olup, silonun doldurulmasını takiben hava almayacak şekilde kapatılmasının sağlanması ve doldurulan materyalin ısınmasının engellenmesi temeline dayanmaktadır (Mannetje, 1999).

Yeterli düzeyde kuru madde içeriğine sahip yeşil yem bitkisinin hasat sonrası anaerobik ortamda fermentasyona bırakılması sonucu elde edilen fermente yeme silaj yem, yapılan işleme silolama ve silajın yapıldığı yere silo adı verilir (Ergün ve ark., 2016). Yapısında %30'dan daha az kuru madde içeren silajlar yüksek nemli, %30-40 arasında kuru madde kapsayanlar orta nemli ve %40-60 arasında kuru madde içerenler ise düşük nemli silaj olarak kabul edilir (Romero ve ark., 2015).

Silolamada temel prensip silaj materyalinde arzu edilen fermentasyonun gerçekleşebileceği anaerobik ortamın sağlanmasıdır. Bu amaçla silaj materyalinin iyice sıkıştırılması ve siloya oksijen girişinin önlenmesi için silonun iyi şekilde kapatılması gerekir. Bu sayede en kısa sürede laktik asit ile düşük pH değerine ulaşarak anaerobik koşullara sürdürülebilir (McDonald ve ark., 1991). Yem bitkilerinin silolanmasında süreç 4 faza ayrılabilir. Birinci faz aerobik fazdır. Bu fazda fakültatif aerobik mikroorganizmaların faaliyeti ve yem materyalinin solunum enzimleri ile oksijen hızlı bir şekilde tüketilir. İkinci faz fermentasyon fazıdır. En önemli substrat suda çözünebilen karbonhidratlardır. Bu fazda farklı anaerobik mikroorganizma grupları substrat için yarışmaya girerler. İyi sıkıştırılmış ve oksijen girişi önlenmiş bir siloda laktik asit bakterileri fermentasyonda hızlı bir şekilde dominant hale geçerler. Şekerlerin fermentasyonuna bağlı olarak açığa çıkan laktik asit düzeyinin asetik asit düzeyinden daha fazla olması ile silajın pH'sında hızlı bir düşüş gerçekleşir. Üçüncü faz stabil fazdır. Bu faz hemen hemen hiçbir değişimin gözlenmediği süreçtir. Bu fazın devamlılığı ortam koşullarının sürekliliği ile ilişkilidir (Carvalho ve ark., 2017). Dördüncü faz silajın kullanımıyla başlayan yemlik fazdır. Bu faz aerobik bozulma riskinin olduğu dönemdir. Aerobik bozulma maya veya aerobik mikroorganizmaların varlığı, oksijen konsantrasyonu, pH, ortamdaki karbonhidrat miktarı ve sıcaklığı nem ve buffer kapasitesi ile ilişkilidir (Pitt ve ark., 1991).

Yem bitkileri hasat edildiklerinde nem oranları %75-85 arasındadır. Bu oran yüksek miktarda nem içerdiğinden bu durumları ile silaj yapıldığında silolarda sızıntı ile hem fazla miktarda besin maddesi kaybı yaşanır hem de silo sıcaklığını düşürüleceğinden Clostridial organizmaların üremesi için ortam hazırlamaktadır. Bu durum silajda istenmeyen bir durumdur. Yüksek neme sahip silajların ayrıca kış aylarında donma riskini de meydana getirmektedir (Schroeder, 2004). Bu tarz istenmeyen durumların yaşanmaması için ya yem bitkileri biçimi yapıldıktan sonra

soldurma işlemi yapılmalı ya da silaj materyalinde saman gibi ürünler katılarak kuru madde oranını artırmak gerekmektedir (Yalçınkaya, 2012).

Düşük neme sahip silajların nem içeriği %50 altında olduğu durumda muhafaza sadece oksijensiz ortam ile gerçekleşir. Nem oranı %50-70 arasında olan silaj materyallerinin muhafazaları ise hem oksijensiz ortam ile hem de fermentasyon sonucu oluşan asitler ile meydana gelmektedir (Undersander, 2015). Düşük nemli silajlarda silajın kalitesi oksijensiz ortamın ne kadar sağlanıp sağlanmadığına göre değişmektedir. Bundan dolayı oksijensiz ortam sağlanabilmesi için sıkıştırılmaları çok önemlidir (Romero ve ark., 2015). Bu tarz silaj materyal kuru maddesi yüksek olduğundan sıkıştırılmaları nem oranı yüksek olan silaj materyallerine göre zordur. Düşük nemli silaj materyallerinin sıkıştırma işlemleri için yüksek basınçlı balya makinalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca oksijensiz ortam oluşturulduktan sonra oksijensiz ortamın devamlılığında önemlidir. Bu nedenle silolara oksijen(O₂) girişi veya karbondioksit(CO₂) çıkışı olmamalıdır (Acar ve ark., 2020).

Yüksek nemli silajlarda istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını ortam pH'sı engellerken (pH'nın 4 ve aşağısı) düşük nemli silajlarda nemin azlığı ile birlikte O₂'siz ortam engellemektedir. Düşük nemli silajların fermentasyonu orta ve yüksek nemli silajların fermentasyon sürelerine göre daha uzundur (Romero ve ark., 2015).

Kaliteli bir silaj elde etmek için yüksek ve orta nemli silajların pH'sının en kısa sürede 4'ün altına düşmesi istenmektedir. pH'nın kısa sürede istenilen değerlere gelmesi için silaj materyalinin yapısındaki bulunan suda çözünen karbonhidrat miktarı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle suda çözünen karbonhidrat miktarı fazla olan buğdaygil türlerinden silaj yapımında uygulanan işlem ile suda çözünen karbonhidrat miktarı az protein miktarı fazla olan baklagil türlerinden silaj yapılması için uygulanan işlem farklıdır (Acar ve ark., 2020). Örneğin baklagillerden olan yoncanın suda çözünebilen karbonhidrat oranı düşük protein oranı fazla olmasından dolayı silaj yapmak için biçim sonrası soldurulması veya yem katkı maddesi kullanılması önerilmektedir (Acar ve Bostan, 2016). Buğdaygil ailesinden olan mısırın %30-35 kuru maddeye sahip durumdayken direk olarak biçimi yapıp silajı yapılabilir.

Bitkilerin hasat zamanına bağlı olarak yapılarındaki nem miktarı ve suda çözünebilir karbonhidrat miktarı oranları değişmektedir. Hasat zamanı geciktikçe

hücre duvarı bileşenlerinin miktarının artmasına bağlı olarak yemin kalitesi düşmektedir. Erken hasat yapıldığında verim kaybı meydana gelirken geç hasatta ise hücre duvarı bileşenlerinin miktarının artmasından dolayı hem sindirilebilirlik düşerken hem de suda çözünebilir karbonhidrat miktarı azalmaktadır. Kaliteli bir silaj elde etmek için uygun zamanda hasat edilmeli, doğru işlem uygulanmalı ve uygun şartlarda muhafaza edilmelidir. Kaliteli bir silaj için her bitkinin hasat zamanı farklıdır (Romero ve ark., 2015).

Kaliteli bir silaj üretiminden kadar minimum kayıpla hayvan tüketimine sunulmalıdır. Silaj Hayvan tüketimine sunulması sırasında da ciddi kayıplar meydana gelmektedir. Hayvanlara tüketebileceğin den fazla silaj verilmesi ürün kaybına neden olmaktadır. Ayrıca silo yapısına göre sürekli silonun açılıp kapanması ve silaj alımında sürenin uzaması gibi durumlarda siloya hava girişine bağlı silaj bozulmalarına neden olmaktadır (Ayan ve Aşçı, 2019).

2.4.1.1. Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

İyi bir silaj yapmak, suda çözünür karbonhidratların yeterli seviyesine, anaerobik duruma, oksijenin dışlanması, silajdaki pH seviyesine (3,8-4,2), mahsulün düşük tamponlama kapasitesine, yeşil materyalin nemine, optimum sıcaklıklara ve besleyici değerine bağlıdır (Uygur, 2018).

Silaj kalitesi fiziksel ve kimyasal yöntemler olmak üzere iki yöntem ile belirlenmektedir.

Silaj kalitesinin belirlenmesinden kullanılan yöntemlerden fiziksel yöntem duyu organlarımız ile her daim yapabileceğimiz en ucuz yöntemdir. Bu yöntemle silajın rengine, kokusuna ve dış görünüşüne (strüktür) bakılmaktadır.

Silajın rengi silaj yapımında kullanılan yem bitkisine göre açık yeşilden açık kahve veya bu iki rengin koyu tonlarına kadar değişebilmektedir. Siyah ve çok koyu renkler normal bir silajda istenmeyen renklerdir. Silaj yapımında silolama sırasında yeteri kadar sıkıştırılmaması siloda hava kalmasına sebep olur. Bu durum silaj normal renginden daha koyu renk olmasına neden olur.

Silajın kokusu turşu benzeri kendine has bir kokusu vardır. Silaj önerilen şekilde yapıldığında ya da uygun şekilde muhafaza edilemediği durumda tereyağı asidi bakterileri üreyeceğinden tereyağı asidi ve küf benzeri keskin kokusu olmaktadır.

Silaj içerisinde toprak, taş gibi yabancı cisim bulunmamalıdır. Silaj yapılan yem bitkisinin sapı ve yaprakları bozulmamış şekilde olmalıdır. Silaj yapışkan, sümüksü bir kıvamda olmamalıdır. Silaj iç ısısının 15-25°C olmalıdır. Silaj iç ısısının 35-45°C değerlerinde olması fermantasyonun düzgün yapılmadığını bir göstergesidir. Fermantasyon uygun şekilde gerçekleşmezse yem kayıplarına neden olmaktadır. Silaj iç ısısının belirtilen değerden yüksek olması yüksek enerji ve besin madde kayıplarına yol açmaktadır (Uygur, 2006).

Yemlerin ham besin maddelerinin yanında pratik değer taşımamasından dolayı kuru madde içeriği de çok önemlidir. Kaliteli bir fermantasyon için silo yemin pH değeri çok önemlidir. İyi bir silo için pH 3,8-4,2 civarında olması önerilmektedir (Uygur, 2018).

Kaliteli bir silo yeminin pH ve kuru madde içeri değerlerinden faydalanarak flieg puanı hesaplanır. Silo yemin kalitesi ile flieg puanı arasında doğru bir korelasyon bulunmaktadır. Yani yemin flieg puanı arttıkça kalitesi de artmaktadır.

‘Flieg puanı= 205 + (2 x silo yemi kuru maddesi, %)- 40 x silo yemi pH içeriği’ formülü ile hesaplanmaktadır. Flieg puanına göre yemin kalitesinin sınıflandırılması Tablo 2.4 de belirtilmiştir (Uygur, 2006).

Tablo 2.4. Fleig Puanına Göre Yemin Kalite Sınıflandırılması (DLG, 1987)

Fieg Puanı	Yemin değerlendirme durumu
81-100	I = Pekiyi
61-80	II = İyi
41-60	III = Memnuniyet verici
21-40	IV = Orta
20-0	V = Kötü

Silonun içinde meydana gelen fermantasyon olayı sonucu ortaya çıkan süt asiti (laktik asit), sirke asiti (asetik asit) ve tereyağ asiti (bütirik asit) organik asitlerin miktarlarının tespiti ile yemin kalitesinin belirlenmesi mümkündür. Tereyağ asidi bakterileri proteinleri amino ve amonyağa parçalayarak hem proteinlerin değerlerini düşürür hem de silo pH’sını yükselterek siloda istenmeyen durumların ortaya çıkmasının neden olduğundan silo yemlerde bu tür bakterilerin bulunması istenmemektedir. Sirke asidi (asetik asit) silolarda bulunması normal kabul edilirken

seviyesinin çok olması istenmez. Bu değer yaklaşık olarak % 0,3-0,8 oranında kabul edilebilir düzeyleridir. Süt asidi olarak bilinen laktik asidi silajda olması istenen organik asittir. Kaliteli bir asitte bu istenilen değeri % 2 düzeyleridir (Uygur, 2006).

Silo yemler silolama öncesi ve silolama sırasında tüm işlemler önerildiği yapılsa bile bazen yeterli düzeyde sıkıştırma ve fermantasyon gerçekleşmeyebilir. Bu durumda siloda bozulmalar meydana gelebilmektedir. Gerek bu olumsuz durumu gidermek gerekse de silo yemin yem değerini yükseltmek için siloya yem katkı maddesi katılmaktadır (Uygur, 2006).

2.4.1.2. Silaj katkı maddeleri

Silaj katkı maddeleri siloda meydana gelen fermantasyonu geliştirmek, siloda meydana gelebilecek besin madde kayıplarını minimuma indirmek ve silo yemin besin değerini yükselterek hayvanın verim performansını artırmak amacı ile kullanılmaktadır. Silaj katkı maddeleri kötü olan bir silajı daha iyi bir duruma getirmez sadece iyi durumdaki bir silajı daha iyi bir duruma getirebilmek amacı ile kullanılır. Yani kaliteli bir silaj elde etmek için kaliteli yem kullanılmalıdır. Tek başına katkı maddesi ile iyi bir silaj elde etmek mümkün değildir. Yapılan çalışmalarda bakteriyel kaynaklı yem katkı maddeleri silaj pH'sını düşürülmesi, laktik asit ve asetik asit miktarını artırdığı silo amonyak seviyelerinin önemli oranda düşürdüğü ancak canlı ağırlık kazancı, günlük kuru madde tüketim verimi, süt verimi ve yemden yararlanma üzerine etkilerinin sınırlı miktarda olduğu belirtilmiştir (Uygur, 2007)

Silaj katkı maddelerine silaj yapımında fermantasyon için yeteri kadar kolay eriyebilir karbonhidrat içermeyen baklagil yemlerinin silajı yapımında gereksinim duyulmaktadır. Yeşil yemlerin silolama yapma durumlarını üç grupta ayırmak mümkündür. Tablo 2.5'de kolay, orta ve güç silolanan yemlerin bazıları gösterilmektedir (Uygur, 2018)

Kolay silolanabilen yemlere fermantasyon için yeterli düzeyde kolay çözünülebilen karbonhidratı yapılarında bulundurdıklarından yem katkı maddesi kullanımına gereksinim duymazlar. Orta derece silolanabilen yemler fazla soldurmadan silolandıklarında sıkıştırma ve doğrama işlemleri doğru şekilde özen ile yapıldığında yem katkı maddelerine gereksinim duymazlar. Ancak güç silolanabilen yemler yapılarında diğer gruptaki yemlere oranla yapılarında daha fazla protein düşük düzeyde karbonhidrat bulundurmalarından dolayı silolarının yapılabilmesi için

katkı maddesi kullanımı zorunludur. Silolamaları zor olan yemlerin yapılarında yüksek miktarda protein bulundurmasından dolayı fermentasyon sırasında pH alkaliye kayacağından laktik asit bakterilerinin faaliyet göstermesi uygun pH gelebilmesi için kolay eriyebilir karbonhidrata ihtiyaç duymaktadır. Yem katkı maddesi kullanılarak gerek fermentasyonun asidiğe kaymasını gerekse de oluşacak silajın besin madde birleşiminin kalitesini arttırmak mümkündür (Uygur, 2007).

Tablo 2.5. Yemlerin Silolama Durumlarına Göre Sınıflandırılması (Ergül, 1988; Geren ve ark., 1998)

I. Grup Çok kolay silolanabilen yemler	II. Grup Orta derecede silolanabilen yemler	III. Grup Güç silolanabilen yemler
Mısır hasılı	Çayır otu	Üçgülller (çiçeklenmeden önce)
Başlı şeker pancarı yaprakları	Üçgülller (çiçeklenmeden sonra)	Kolza
Hayvan pancarı yaprakları	Lüpen (çiçeklenmeden sonra)	Hardal
Yeşil darı çeşitleri	Bakla	Fiğ, bezelye
Yerelması	Tırfıl	Yonca
Ayçiçeği (% 30 çiçeklenmede biçilmiş)	Ayçiçeği (körpe halde)	Körpe mera otları
Lahana yaprakları		Tatlı lüpen

Katkı maddesi olarak kullanılacak maddelerde şu özellikler aranmalıdır;

- Silaj yapan personelin sağlığının riske atabilecek madde veya meddeler içermemelidir.

- Gerek silo yemi gerekse de yemlenen hayvanı sağlığı, verimi ve niteliğine (Hayvanda veya hayvansal ürünlerde kalıntı madde içermemelidir) olumsuz etkisi olmamalıdır.

- Uygulaması kolay ve tüm çalışanlar tarafından kullanılabilir olmalıdır

- Yeme kolay uygulanabilir ve homojen dağılabilir formunda olmalıdır.

- Temiz, ucuz ve ulaşılabilir olmalıdır.

- Hayvanda veya hayvansal ürünlerde kalıntı madde içermemelidir.

Silaj katkı maddelerinin pek çok sınıflandırılmalar mevcuttur. Ticari yem katkı maddelerini fermentasyon stimulanları ve fermentasyon inhibitörleri olmak üzere iki sınıflandırılması mümkündür (Uygur, 2018)

2.4.1.2.1. Fermentasyon Uyarıcıları

Silaj katkı maddeleri içerisinde en popüler fermentasyon stimulanları laktik asit fermentasyonunun etkinliğini artıran, asitleşmeyi destekleyen ve silajın aerobik stabilitesini geliştiren bakteriyel inokulantlardır. İnokulantlar fermentasyon sırasında, hücre duvarı unsurlarının bozulmasını sağlayan ferulik asit esteraz enzimi de üretebilir (Muruz ve ark., 2019).

Yaygın olarak kullanılan bakteriyel inokulantlar içerisinde yer alan laktik asit bakterileri fermentasyon ürünlerine göre obligat homofermentatif, fakültatif heterofermentatif ve obligat heterofermentatif olmak üzere üç grupta toplanır (Bernardi ve ark., 2019). Birinci ve ikinci grupta yer alan laktik asit bakterileri suda çözünebilir karbonhidratları laktik asite dönüştürerek ortam pH'sını hızla düşür, fermentasyonda istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmalarını önler ve böylece silajdaki besin madde kayıplarının azaltılmasını sağlar. Obligat heterofermentatif laktik asit bakterileri, fermentasyon sırasında laktik asitin yanı sıra antifungal etkili asetik asit, formik asit gibi organik asitler, karbondioksit ve etanol de üretir (Oliveira ve ark., 2017). Silaj bakteriyel inokulantlarında yer alan homofermentatif laktik asit bakterileri *Lactobacillus plantarum*, *acidophilus*, *brevis*, *bulgaricus*, *cremoris*, *curvatus*, *xylosus*, *salivarius*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *cerevisiae*, *pentosaceus*, heterofermentatif laktik asit bakterileri *Lactobacillus buchneri*, *Propionibacterium arabinosum*, *jensenii*, *shermanii*'dir (Keleş, 2017).

2.4.1.2.2. Fermentasyon İnhibitörleri

Fermentasyon inhibitörleri silaj içinde istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini engellemek için kullanılmaktadır. Fermentasyon önleyiciler asitler ve diğer inhibitörleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Fermentasyon inhibitörleri silo içindeki pH'yı kısa sürede düşürerek silo içinde asidik ortam oluşturup silonun bozulmasını engellerler (Uygur, 2018).

Fermentasyon inhibitörleri Genellikle hasat zamanında nem oranları yüksek ve soldurma için yeterli iklim koşullarına sahip olmayan bölgelerde silaj katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Katkı maddesi olarak formik asit, propiyonik asit,

hidroklorik asit ve sülfirik asit kullanılmaktadır. En yaygın kullanılanları formik ve propiyonik asittir (Uygur, 2018).

Bu asitlerin antimikrobiyal etkilerinin yanında silajdaki proteinlerin parçalanmasını önlerler. Özellikle propiyonik asit silaj açıldıktan sonra silajın ısınmasını ve maya ve küf oluşumunu engelleyerek silajın ömrünü uzatmış olur (Uygur, 2018).

Asitler kuvvetli olmaları, kullanımında zor ve tehlikeli olması asidin aşındırıcı etkileri olması nedeni ile her silajlık materyali kullanılmaması, pahalı olmaları nedeniyle kullanımı sınırlıdır (Uygur, 2018).

Asit tuzları asitler ile aynı etki gösterirken asitler gili aşındırıcı özellikleri olmamasından dolayı tercih edilirler. Asit tuzları silonun asıl unsuru olan laktik asit bakterilerine daha düşük düzeyde zarar verdiklerinden asit tuzlarının laktik asit inokulantları ile birlikte kullanılması önerilmektedir. Laktik asit bakterileri diğer mikroorganizmalara göre aside karşı daha dayanıklıdır (Uygur, 2018).

2.4.2. İnokulant Kullanılan Silaj Çalışmaları

Silaj katkı maddesi kullanılarak yürütülen çalışmalara bakıldığında bir kısmının (Driehuis ve ark., 1999; Oude Elferink ve ark., 2001), tek bir laktik asit bakterisi (*Lactobacillus buchneri*), bir kısmının (Adesogan ve ark., 2003; Zielinska ve Fabiszewska, 2018) farklı laktik asit bakterilerini, bir kısmının (Li ve ark., 2018; Muruz ve ark., 2019; Kılıçalp ve ark., 2022) da laktik asit bakterileri ve enzim kullanılan çalışmalar olduğu görülmektedir.

Karakozak ve Ayaşan (2010) tarafından yapılan çalışmada %30 yulaf-%70 fiğ karışımından oluşan silaj materyaline silolama öncesi inokulant (*Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* ve selüloz, hemiselüloz, pentosanaz ve amilaz enzimleri içeren) ilavesinin ham protein (%13,10) içeriğinin ve silaj kalitesinin yükselmesine neden olduğu belirlenmiştir.

Homofermantatif, heterofermantatif ve homofermantatif+heterofermantatif laktik asit bakteri inokulantlarının 6,00 log₁₀ kob/g düzeyinde Macar Fiğ-buğday karışımı silaj materyaline eklenmesinin fermentasyon, aerobik stabilite, hücre duvarı bileşimi ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliği üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada (Erbil, 2012), homofermantatif laktik asit bakteri inokulantı Macar Fiği-Buğday silajlarının fermentasyon özelliklerini artırırken aerobik stabilitelerini

düşürdüğü, heterofermantatif laktik asit bakteri inokulantı katılan Macar Fiği-Buğday silajlarının asetik asit içeriği ile aerobik stabilitesi arttırmıştır. Homofermantatif, heterofermantatif ve homofermantatif+heterofermantatif laktik asit bakteri inokulant ilavelerinin *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini etkilemediği belirlenmiştir.

Yücel ve ark. (2013), *Lactobacillus buchneri* inokulantının baklagil yem bitkilerine, buğdaygil yem bitkilerine ve bunların karışımlarına ilave edilmesinin silaj kimyasal bileşimine ve kalitesine etkisi incelenmiştir. Yonca, ak üçgül, adi fiğ, soya fasülyesi, İngiliz çimi, buğday, tritikale, yulaf, yaban hardalı bitkilerinin tek başına silajlarının yanı sıra adi fiğin, yulaf, tritikale, buğday ile karışımları, yonca-buğday ve İngiliz çimi-ak üçgül karışımlarından oluşan silajlar yapılmıştır. Çalışmada fiğ silajında ADF değerinin %38,5, inokulant ilavesi ile yapılan fiğ silajında ise %40,4 olduğu inokulant ilavesinin ADF değerinde artışa neden olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada macar fiğ-yulaf karışım silajında kontrol grubu ADF değeri %41,3 olup, inokulant ilave edilmiş karışım silajında bu değer %40'a düştüğü, ham protein değerinin farklılık göstermediği belirlenmiştir. Sonuç olarak, inokulant ilavesinin bitki türüne göre değişkenlik gösterse de genel olarak olumlu bir etki göstermediği ifade edilmiştir.

Chen ve ark. (2016), tarafından yapılan bir çalışmada %43,6 düzeyinde kuru madde içeren ve kaba yem olarak yulaf-adi fiğ içeren total miks rasyon melas (705 g/kg kuru madde), laktik asit bakteri inokulantı (*Lactobacillus plantarum* 10⁶ kob/g), propiyonik asit (%0,3), melas+propiyonik asit (%0,3), laktik asit bakteri+propiyonik asit (%0,3) katkıları ile 45 gün süreyle silolanmıştır. Tüm silajların düşük pH değerine (<4,19) ve yüksek laktik asit düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Laktik asit bakteri, melas+propiyonik asit ve laktik asit bakteri+propiyonik asit gruplarının kontrole göre daha düşük miktarda asetik asit içerdiği, en düşük değerin laktik asit bakteri ilavesi yapılan grupta (%0,81) olduğu belirlenmiştir. Tüm silaj katkılarının 72 saatlik kümülatif gaz üretimini ve *in vitro* kuru madde sindirilebilirliğini artırdığı, laktik asit bakteri ilavesinin *in vitro* nötral deterjan fiber(NDF) sindirilebilirliğini azalttığı saptanmıştır.

Li ve ark. (2018), tarafından yapılan bir çalışmada, farklı silaj katkı maddelerinin (GFJ ve Chikuso-1 ticari katkıları, yonca silajından izole edilen *Lactobacillus plantarum* a214, taze yoncadan izole edilen selülaz sentezleyen bir *Bacillus*, selülaz, *Lactobacillus plantarum* a214+selülaz ve *Lactobacillus plantarum*

a214+*Bacillus*) yonca silajı kalitesi ve *in vitro* sindirilebilirliği üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonunda, *Lactobacillus plantarum* a214'un tek başına ya da selüloz veya *Bacillus* ve Chikuso-1 ile kombine edilmesinin diğer uygulamalara göre pH değerinde azalmaya, laktik asit konsantrasyonunda artışa neden olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar bu çalışmada yonca silajından izole edilen *Lactobacillus plantarum* a214'ün yonca silajı için umut verici bir starter kültür olduğunu ifade etmişlerdir.

Markovic ve ark. (2018), tarafından yapılan bir çalışmada beş farklı ekim oranında ekilen adi fiğ-yulaf karışımlarının silolanma olasılığının değerlendirilmesi incelenmiştir. Çalışmada saf fiğ, %25 fiğ + %75 yulaf, %50 burçak + %50 yulaf, %75 fiğ + %25 yulaf ve saf yulaf. Tüm bu ekimlerden elde edilen hasıllara bakteriyel inokulant uygulanması, kontrole göre daha yüksek asetik asit içeriğinin elde edilmesine neden olmuştur. Adi fiğ ve yulaf ekim oranlarına bağlı olarak 75:25 adi fiğ – yulaf silajı en yüksek laktik asit içeriğine ve en düşük bütirik asit içeriğine sahip olmuştur. KM, pH ve amonyak azotu içerikleri tüm silajlarda sırasıyla 307,2 ile 318,5 g/kg, 4,27 - 4,54 ve %16,1- 19,1 aralığında olup sonuçlar benzerlik göstermiştir.

Aktürk ve Gümüş (2020), yapmış olduğu çalışmada yonca silajına silaj yapım aşamasında laktik asit bakterileri inokulantı katarak 7., 14., 21., 28., 35., 42. ve 49. günlerde fermentasyon profili (Flieg puanı, pH, laktik asit ve uçucu yağ asidi içeriği) ve besin madde bileşimine etkileri incelenmiştir. Silaj Kalitesinin 7. günde 'orta'; 14.-42. günler arası 'iyi', 49. günden sonra 'pekiyi' olduğu gözlemlenmiştir. Silolamanın 28. gününden itibaren flieng puanının önemli derecede ($P<0,05$) artış gösterdiği belirtilmiştir. Çalışma sonunda yonca silajının pH'sı 7. günde 6,90 iken haftalar geçtikçe düzenli olarak azalarak 49. günde 5,15'e kadar düştüğü amonyok azotu içeriği 7. günde %9,66 dan 49. günde %15,70'e kadar yükselmiştir. Yonca silajının asetat konsantrasyonunun 7. günde 2,75 g/kg KM iken 49. günde bu değer 8,9 g/kg KM çıkmıştır., propiyonat ve bütirat konsantrasyonunun ise sırasıyla 7. günde 1,54 ve 1,06 g/kg KM iken 49. günde 0,33 ve 0,49 g/kg KM kadar düşmüştür. Silolama boyunca azotsuz öz madde %9,6 dan %15,7 yükselirken ve lif olmayan karbonhidrat miktarı 7. günde %25,15 den 49. günde kuru madde bazında %35,21 artmıştır., Ham selüloz (HS), Ham Protein (HP), NDF, ADF ve sırasıyla % 32,80, 16,86, 43,36, 33,61 den 49. günde bu değerler sırasıyla %25,83, 14,30, 36,70, 29,68

kadar düşmüştür. Farklı fermantasyon dönemlerine sindirilebilir kuru madde değeri (SKM), Kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri (NYP) üzerine olumlu etkileri bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada silaj kalitesinin hafta geçtikçe artmasının nedeni fermantasyon gücü ile ilgili olduğu belirtilmiştir (Aktürk ve Gümüş, 2020). Fermantasyon kalitesi, aşı tipi, LAB özellikleri (Wang ve ark., 2017) silaj yapılan yemin besin değeri ve ortam sıcaklığı belirlemektedir (Yan ve ark., 2019).

Coskuntuna ve Gül (2020), tarafından yapılan bir çalışmada Koca fiğ hasılı silajına katılan LAB (*Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren LAB karışımı) ve enzim (selülaz, amilaz, hemiselülaz ve pentosanaz enzimleri karışımı) inokulantlarının silaj fermentasyonuna etkisini incelenmiştir. Koca fiğ hasılı silolama öncesi kuru madde içeriği, ham protein değeri sırasıyla %23,14 ve 17,66 olarak bulunmuştur. 45 günlük inkübasyon sonrası kontrol, LAB ve LAB+enzim içeren gruplara ait silajların kuru madde içerikleri sırasıyla %23,03, 21,83 ve 22,52, ham protein içerikleri ise sırasıyla %17,18, 17,23 ve 16,95 olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda ham protein, ADF, NDF ve ADL içerikleri yönünden gruplar arasında bir farklılık saptanmazken, en düşük pH değeri (4,00), en düşük kuru madde içeriği (%21,83) ve en yüksek kül değeri LAB içeren gruptaki silajlardan elde edilmiştir. Tüm gruplardaki silajların laktik asit değerleri birbirine benzer bulunmuştur. Çalışma sonunda, fiğ silajına LAB ve LAB+Enzim ilavesinin silajların kimyasal özellikleri üzerine olumlu etkisinin olduğu ifade edilmiştir.

Kılıçalp ve ark. (2022), yapmış olduğu çalışmada farklı tohum oranlarında (HV, 75:25 HVT, 50:50 HVT, 25:75 HVT, T) ekilen tritikale (T) ve macar fiğ (HV) silajlarına LAB+Enzim aşılama (Sil All4x4, Altec, UK) ilavesinin etkileri incelenmiştir. Çalışma gruplarında laktik asit bakterileri (LAB) + enzim ilavesinin silajlarda ham protein ve pH değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. LAB+E uygulaması silajın pH seviyesini önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. LAB+Enzim ilavesinin saf ve karışık silajlara eklenmesi pH'ı, organik maddeyi, ham proteini düşürürken NDF'yi, ham külü ve Fleig skorunu artırmıştır. Çalışma sonunda, mikrobiyal ve enzim silaj katkı maddelerinin silajın fermantasyon özellikleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu, macar fiğ ve tritikale karışım halinde ekilmesinin silaj özellikleri açısından saf ekime göre daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Okuyucu ve ark. (2018), tarafından yoncanın silolanmasında kullanılan Amilaz, sel l laz, ksilanaz ve  -glukanaz enzimleri ile *L.plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Propionibacteria acidipropionici* içeren silaj katkı maddesi     farklı düzeyde (1×10^5 cfu/g, 5×10^5 cfu/g, 1×10^6 cfu/g) kullanılmıştır.

Çalışma sonunda laktik asit+enzim içeren inokulantın yonca silajlarında pH, amonyak azotu konsantrasyonunu azalttığı, laktik asit, asetik asit konsantrasyonunu ve lactobacilli sayısını artırdığı bildirilmiştir. Yüksek dozda uygulanan inokulantın ayrıca silajların nötral deterjan fiber (NDF), asit deterjanda fiber (ADF) ve selüloz içeriklerini azalttığı, silajların nispi yem değeri, *in vitro* organik madde sindirilebilirli ini ve metabolik enerji değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, laktik asit bakteri+enzim inokulantının ilavesinde en etkili düzeyin 1×10^6 cfu/g olduğu ancak 1×10^5 cfu/g dozunun da uygulanabilir olduğu ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Silaj Materyali

Bu çalışmada silaj materyali olarak Samsun ili Asarcık İlçesi Gündoğdu mahallesi Karabekir mevkiinde 110/29 ada/parsel numaralı parselde 41.0346 enlem ve 36.2451 boylamda %12 eğime sahip arazide (600 m²) beraber yetiştirilen Macar fiğ-yulaf hasılı karışımı (%75 Macar fiğ tohumu-%25 yulaf tohumu olacak şekilde elle ekimi yapılmış ve ekim sırasında 20-20-0 -NP azot kompozit gübre uygulanmış) kullanıldı. Karışımında Macar fiğinin (*Vicia Pannocia*) Kansur çeşidi ile yulafın yörede ekilen yerel bir çeşidi kullanıldı. Silolanacak olan Macar fiğ-yulaf hasılı karışımı Macar fiğinin çiçeklenme başlangıcında hasat edildi. Silolanacak materyal yaklaşık 1,5-2,0 cm boyutlarında parçalandı. Karıştırılarak homojen hale getirilen hasıdan besin madde analizleri için örnek alındı.

3.1.2. Silaj Katkı Maddesi ve Deneme Dizaynı

Araştırma bir kontrol, iki deneme grubu (LBE1 ve LBE2) olmak üzere toplam 3 grup olarak dizayn edildi. Çalışmada içerisinde 4 farklı LAB (*Lactobacillus plantarum* CNCM 1-3235, *Pediococcus pentosaceus* NCIMB 12455, *Pediococcus acidilactici* CNCM 1-3237, *Propionibacterium acidipropionici* CNCM MA26/4U) ile 4 farklı enzim (alfa-amilaz-*Bacillus amyloliquefaciens* kökenli, sellüloz-*Trichoderma reesei* kökenli, xylanaz-*Trichoderma longibrachiatum* kökenli, beta-glukanaz-*Aspergillus niger* kökenli) kapsayan silaj katkı maddesi kullanıldı.

Tablo 3.1. Kontrol ve Deneme Grupları Silaj Materyallerine Katkı İlavesi Oranları

	Kontrol	LBE1	LBE2
Silaj katkı düzeyi	-	300 000 cfu/g	500 000 cfu/g
Silaj katkı miktarı	-	15 mg	25 mg
Silaj materyali	10 kg	10 kg	10 kg
Distile su	20 ml distile su	20 ml distile su	20 ml distile su

LBE1: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 1; LBE2: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 2

Kontrol grubu silajlarına LBE katkısı ilave edilmezken, LBE1 ve LBE2 grupları için sırasıyla 300 000 ve 500 000 cfu/g silaj materyali olacak şekilde hesaplanan inokulant miktarı, bir miktar distile su ile çözüldü (Tablo 3.1). Silaj katkısı ilave edilen her bir deneme grubu silaj materyaline silolama öncesi çözülen katkı maddesi eşit dağılacak şekilde püskürtüldü ve homojenizasyon için iyice

karıştırıldı. Silaj materyali 1 L hacimli laboratuvar tipi cam silolara iyice sıkıştırılarak ve hava almayacak şekilde silolandı. Her bir grup için beş adet olmak üzere toplam 15 adet silaj yapıldı. Silolar oda sıcaklığında (21 ± 2 °C) 60 gün inkübasyona bırakıldı.

3.2. Yöntem

3.2.1. Besin Madde Analizleri

Silaj materyali ve fermentasyon süresi tamamlanan silajların doğal haldeki kuru madde miktarı örnekler hava sirkülasyonlu etüvde 60 °C’de 48 saat süreyle kurutulduktan sonra hesaplandı. Kuruyan örnekler analizler için öğütülerek (IKA A11 Basic, Guangzhou, China) homojen hale getirildi. Kuru madde içeriği örnekler hava sirkülasyonlu etüvde (Memmert UNE 400, Germany) 105 C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar tutularak belirlendi. Ham kül içeriği örneklerin organik madde kısmının 560 °C’de 4 saat kül fırınında (Carbolite ELF 11/14, UK) yakılmasından sonra hesaplandı. Ham protein miktarı Kjeldahl metodu (Buchi Digestion Unit K-424, Distillation Unit B-324, Switzerland) ile belirlendi. Asit deterjan fiber (ADF), nötral deterjan fiber (NDF) ve asit deterjan lignin (ADL) değerleri Ankom 200/220 Fiber Analyzer cihazı (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA) kullanılarak Van Soest ve ark. (1991)’in belirttiği şekilde analiz edildi.

3.2.2. Silajların Fermentasyon Özelliklerinin Belirlenmesi

Fermentasyon süresi sonunda açılan her bir silodan 25 g silaj örneği tartıldı ve 100 ml distile suda yaklaşık 10 dk homojenize edildi. Silaj sıvısının pH değeri (Mettler Toledo) ölçüldü (Polan ve ark., 1998). Silaj asitleri konsantrasyonlarının belirlenmesi için silaj örnekleri Tjardes ve ark. (2000), tarafından bildirilen yöntemle göre HPLC cihazına enjekte edilmeye hazır hale getirildi ve Canale ve ark. (1984)’nin bildirdiği şekilde HPLC cihazında saptandı.

3.2.3. Nispi Yem Değerinin Hesaplanması

Silaj materyalinin ve silajların nispi yem değerleri Van Dyke ve Anderson (2000), tarafından geliştirilen ve aşağıda verilen eşitliklerden yararlanılarak hesaplandı. Bu amaçla silaj materyalinin ve silajların ADF değerleri kullanılarak sindirilebilir kuru madde (%SKM) miktarı hesaplandı. Silaj materyalinin ve silajların NDF değerleri kullanılarak kuru madde tüketim (%KMT) miktarı hesaplandı. Nispi yem değeri %SKM ve %KMT değerleri formülde yerine konarak hesaplandı.

$$\%SKM = 88,9 - (0,779 \times \%ADF)$$

$$\%KMT = 120 / \%NDF$$

$$NYD = \%SKM \times \%KMT \times 0,775$$

3.2.4. Sindirilebilirlik Değerlerinin Belirlenmesi

Çalışmada *in vitro* sindirilebilirlik değerlerinin belirlenmesi amacıyla Ankom Daisy inkubatör (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA) kullanıldı. Bu *in vitro* fermentasyon sistemi için gerekli olan tampon solüsyonları (tampon A ve B) Tablo 3.2’de belirtildiği şekilde hazırlandı.

Tablo 3.2. Tampon A ve B Solüsyonlarının Bileşimi

	Kimyasal Madde	Kimyasal Formül	Miktar
Tampon A	Dihidrojen potasyum fosfat	KH_2PO_4	10 g
	Magnezyum sülfat-7 sulu	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,5 g
	Sodyum klorür	$NaCl$	0,5 g
	Kalsiyum klorür-2 sulu	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0,1 g
	Üre	CH_4N_2O	0,5 g
	Distile su	H_2O	1 L
	Kimyasal Madde	Kimyasal Formül	Miktar
Tampon B	Sodyum karbonat	Na_2CO_3	15 g
	Sodyum sülfat-9 sulu	$Na_2S \cdot 9H_2O$	1 g
	Distile su	H_2O	1 L

Fermentasyon sistemi için 0,5 g örnek (W2) asetondan geçirilmiş, kurutulmuş ve numaralandırılmış F57 selülozidik torbalara torbaların daraları (W1) alındıktan sonra örnekler F57 torbalarına alındı. Torbaların ağzıları sıcak mühürleme cihazı (Heat sealer, Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, USA) ile kapatıldı. Düzeltilme faktörü için iki adet örnek içermeyen ağzı sıcak mühürleme cihazı ile kapatılan F57 selülozidik torba kullanıldı. Rumen içeriği Samsun ilinde faaliyet gösteren mezbahada kesime gelen erişkin sığırlardan alındı. Kesimi sonrası en kısa sürede önceden 39 C’ye getirilmiş ve CO₂ eklenmiş termosaya alınan rumen içeriği dört katlı tülbent bezden CO₂’li ortam sıcaklığı 39 C’ye getirilmiş erlene süzüldü. Rumen sıvısı pH değeri 6,25 olarak ölçüldü. Hazırlanan ve sıcaklığı 39 C’ye getirilmiş tampon A ve B solüsyonları karıştırılarak (1330 ml tampon A ve 266 ml tampon B) içerisine F57 torbaların yerleştirileceği her bir sindirim ünitesine eklendi.

Her bir sindirim ünitesine eklenen tampon solüsyon karışı üzerine 400 ml rumen sıvısı ilave edildi ve hazırlanmış olan F57 torboları sindirim üniteleri içerisine yerleştirildi. Anaerob ortamın devamlılığı için CO₂ eklendi ve 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası sindirim ünitelerinden çıkarılan torbalar akan çeşme suyu altında tamamen temizleninceye kadar yıkandı ve Ankom 200/220 Fiber Analyzer cihazına yerleştirildi. Uygulanan NDF prosedürü sonrası torbalar 105 C'de kurutuldu. Desikatörde oda sıcaklığına gelinceye kadar tutulan torbalar tartıldı. İVGS, İVGKMS, İVGOMS ve İVNDFS değerleri inkübasyon öncesi ile sonrası değerleri kullanılarak hesaplandı.

3.2.5. İstatistik Analiz

Çalışmanın tüm verileri için Shapiro-Wilk normalite testi uygulandı. Normal dağılım gösteren veriler için Levene homojenite testi yapıldı. Homojen dağılım gösteren tüm veriler için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı ve gruplararası farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlendi. Homojen dağılım göstermeyen veriler için gruplararası farklılıklar Tamhane testi ile belirlendi. Normal dağılım göstermeyen veriler için Kruskal-Wallis non-parametrik test uygulandı. Gruplararası farklılık Mann Whitney testi ile belirlendi. İstatistik analizin yapılmasında SPSS paket programı kullanıldı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Silaj yemler, hayvan beslemede yeşil yem temininin mümkün olmadığı aylarda veya besleme programında yılın farklı zamanlarında kullanılmak üzere kaba yemin kapsadığı besin maddelerinin en iyi şekilde korunmasını sağlayan konserve kaba yemlerdir. Silaj katkı maddeleri, silajdaki laktik asit miktarını artırmakta ve kalitesini iyileştirmektedir (Lukkananukool ve ark., 2013). Ruminantların kaba yemlerden daha iyi yararlanabilmeleri için son yıllarda bitki hücrelerini parçalayabilen laktik asit bakterileri ve fibrolitik enzim uygulamaları üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar ile hem kuru kaba yemlerin hem de taze ve silajlık kaba yemlerin uzun süreli muhafazası ve sindirilebilirliğinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır (Aboagye ve ark., 2015; Adesogan ve ark., 2014). Yapılan bu çalışmada Macar fiğinin çiçeklenme başlangıcında hasat edilen %75 Macar fiği+%25 yulaf hasılı karışımına 300 000 ve 500 000 cfu/g silaj materyali olacak şekilde ilavesi yapılan laktik asit bakterileri+enzim içeren inokulantın silaj kalitesine ve sindirilebilirliğine etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan silaj materyalinin besin madde bileşimi, nispi yem değeri ve *in vitro* sindirilebilirlik değerleri Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Fiğ+Yulaf Hasılına Silolama Öncesi Besin Madde Bileşimi, Nispi Yem Değeri ve *In vitro* Sindirilebilirlik Parametreleri

Besin Madde Bileşimi							
Doğal KM%	KM%	HK%	HP%	ADF _{OM} %	NDF _{OM} %	ADL _{OM} %	ME, MJ/kgKM
22,32	91,50	10,84	15,53	30,25	48,71	2,71	10,06
Yem Değeri							
SKM%			KMT%			NYD	
65,33			2,46			124,55	
İn vitro Sindirilebilirlik Değerleri							
İVGS%		İVGKMS%		İVGOMS%		İVNDFS%	
74,09		71,69		68,79		38,06	

KM: Kuru madde; HK: Ham kül; Ham protein; ADF_{OM}: Asit deterjan fiber (kül hariç); NDF_{OM}: Nötral deterjan fiber (kül hariç); ADL_{OM}: Asit deterjan lignin (kül hariç); ME: Metabolik enerji, MJ/kg KM; SKM, Sindirilebilir kuru madde; KMT: Kuru madde tüketimi; NSY: Nispi yem değeri; İVGS: *In vitro* gerçek sindirilebilirlik; İVGKMS: *In vitro* gerçek kuru madde sindirilebilirliği; İVGOMS: *In vitro* gerçek organik madde sindirilebilirliği; İVNDFS: *In vitro* nötral deterjan fiber sindirilebilirliği

Coşuntuna ve Gül (2020), tarafından yapılan bir çalışmada Koca fiğ hasılına

silolama öncesi kuru madde içeriği, ham protein değeri sırasıyla %23,14 ve 17,66 olarak bulunmuştur. Turan (2019), tarafından yapılan çalışmada fiğ-arpa karışım silajlarında %70 macar fiğ + %30 arpa içeren silajlarda kuru madde içeriği %23,39 olarak tespit edilmiştir. Huyen ve ark. (2020), tarafından bileşiminde %90 ingiliz çimi içeren çayır otunun silolama öncesi kuru madde, ham protein, NDF sırasıyla %24,30, 9,85 ve 59,66 olarak bulunmuştur. Silolama öncesi kuru madde içeriği Coskuntuna ve Gül (2020), Turan (2019) ve Huyen ve ark. (2020) tarafından bildirilenlere benzer olmakla beraber, ham protein içeriği Coskuntuna ve Gül (2020) tarafından bildirilenden daha düşük, Huyen ve ark. (2020)'ninkinden ise daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun silo materyallerindeki bitki türlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Gökdemir (2019) tarafından yapılan bir çalışmada Bingöl koşullarında Tüylü Fiğ (*Vicia villosa Roth.*) ve Çavdar (*Secale cereale L.*) karışım oranlarının ot verimi ve kalitesine etkisi incelenmiştir. Çalışmada %80 tüylü fiğ+%20 çavdar karışımının HP, HK, ADF, NDF, değerleri sırasıyla %16,30; 7,4; 48,1 ve 62,5 olarak bulunmuştur. Ülkemizde farklı bölgelerde yapılan fiğ+tahıl karışımlarına ilişkin araştırmalarda ham kül içeriğine ait elde edilen sonuçlar Pınar (2007) tarafından %10,13 olarak elde ettiği değere benzerlik gösterirken; Gökdemir (2019)'dan daha yüksek bulunmuştur. Ham protein içeriği Pınar (2007) tarafından %15,46 olarak bildirilen değerle benzerlik göstermiştir. Hücre duvarı unsurları yönünden elde edilen ADF ve NDF değerleri Gökdemir (2019)'un %80 tüylü fiğ+%20 çavdar karışımı için bildirdiğinden ve Huyen ve ark. (2020)'nin bildirdiğinden düşüktür.

Tam çiçek dönemindeki yoncanın NYD'nin 100 olarak kabul edilmesi sonucu başlangıç olarak belirtilen kalite sınıfı (en iyi) NYD ≥ 151 , birinci kalite 151-125, ikinci kalite 124-103, üçüncü kalite 102-87, dördüncü kalite 86-75 ve beşinci kalite < 75 olarak bildirilmektedir (Rivera ve Parish, 2010). Bu çalışmadan elde edilen NYD ikinci kalite standartını karşılamaktadır. Gökdemir (2019) tarafından Bingöl koşullarında tüylü fiğ-çavdar karışım oranlarının ot verimi ve kalitesine etkisinin incelendiği araştırmada %80 tüylü fiğ-%20 çavdar karışımının SKM, KMT ve NYD sırasıyla %51,4; 1,92 ve 76,8 olarak bulunmuştur. Seydoşoğlu ve ark. (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmada %80 tüylü fiğ-%20 arpa karışımının SKM, KMT ve NYD ise ortalama sırasıyla %61,53; 2,64 ve 125,86 olarak bildirilmiştir. Macar fiğ-tahıl karışımları üzerine yapılan çalışmalarda NYD'nin 106-180 (Aksoy

ve Nursoy, 2010), 122,4-149,9 (Temel ve ark., 2015) ve 99,0-129,00 (Yılmaz ve ark., 2015) arasında değiştiği ifade edilmektedir. Aksoy ve Nursoy (2010) tarafından yapılan bir çalışmada %50 macar fiğ-%50 buğday karışımlarının *in vitro* kuru madde sindirilebilirliklerinin %57,37 ile 70,48 arasında değiştiği bildirilmektedir. Yapılan bu çalışmada %75 macar fiğ-%25 yulaf karışımının NYD ve İVGS değerleri daha önceki çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir.

Çalışmada silajların besin madde bileşimi Tablo 4.2’de sunulmuştur. Silajlarda en yüksek kuru madde değeri kontrol grubunda elde edilirken, LBE1 ve LBE2 gruplarındaki silajların kuru madde değerleri birbirine benzerlik göstermiştir ($P<0,05$). Ham protein içeriği LBE2 grubunda kontrol ve LBE1 gruplarına göre önemli düzeyde düşük ($P<0,01$), ham kül içeriği ise yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Silajların ADF, NDF, ADL ve ME değerleri yönünden kontrol, LBE1 ve LBE2 grupları arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 4.2. Silajların Besin Madde Bileşimi

	Kontrol $x \pm Sx$	LBE 1 $x \pm Sx$	LBE 2 $x \pm Sx$	P değeri
Doğal KM %	23,17 $\pm$ 0,13 ^a	22,02 $\pm$ 0,61 ^b	22,33 $\pm$ 0,10 ^b	0,011
KM %	90,95 $\pm$ 0,31 ^b	92,12 $\pm$ 0,18 ^a	92,48 $\pm$ 0,15 ^a	0,001
HK %	9,77 $\pm$ 0,07 ^b	10,11 $\pm$ 0,12 ^{ab}	10,28 $\pm$ 0,11 ^a	0,017
HP %	14,43 $\pm$ 0,18 ^b	14,96 $\pm$ 0,09 ^a	13,82 $\pm$ 0,11 ^c	0,000
ADF _{OM} %	32,36 $\pm$ 0,53	31,33 $\pm$ 0,13	32,38 $\pm$ 0,20	0,079
NDF _{OM} %	44,09 $\pm$ 1,11	43,99 $\pm$ 0,76	45,31 $\pm$ 0,60	0,540
ADL _{OM} %	3,43 $\pm$ 0,18	3,09 $\pm$ 0,28	2,78 $\pm$ 0,07	0,107
ME MJ/kg KM	9,84 $\pm$ 0,08	10,00 $\pm$ 0,09	9,84 $\pm$ 0,03	0,070

LBE1: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 1; LBE2: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 2; KM: Kuru madde; HK: Ham kül; HP: Ham protein; ADF_{OM}: Asit deterjan fiber (kül hariç); NDF_{OM}: Nötral deterjan fiber (kül hariç); ADL_{OM}: Asit deterjan lignim (kül hariç); ME: Metabolik enerji

Coskuntuna ve Gül (2020), kontrol, LAB ve LAB+enzim içeren gruplara ait Koca fiğ silajların kuru madde içeriklerini sırasıyla %23,03, 21,83 ve 22,52, ham protein içerikleri ise sırasıyla %17,18, 17,23 ve 16,95 olarak bulunmuştur. Şen ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada bileşiminde %80 macar fiğ-%20 çim içeren silaj materyaline inokulant ilavesinin silajın ADF ve NDF içeriklerini

değiştirmedini bildirmiştir. Li ve ark. (2022) tarafından yapılan bir diğer çalışmada çayır silajına inokulant ilavesinin ADF ve NDF içeriklerini etkilemediği ifade edilmiştir. Yapılan bu çalışma silajların kuru madde içerikleri, ADF, NDF ve ADL içerikleri yönünden gruplar arasında bir farklılığın olmaması, kontrole göre katkılı gruplardaki silajların kuru madde içeriklerinin daha düşük olması ve kül içeriklerinin katkılı gruplarda daha yüksek olması yönünden Coskuntuna ve Gül (2020)'nin sonuçları ile, katkısız ve katkılı gruplardaki silajların ADF ve NDF içerikleri yönünden gruplar arasında bir farklılığın olmaması açısından bazı araştırmaların (Marbun ve ark., 2020); Şen ve ark., 2022); Li ve ark., 2022) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Karakozak ve Ayaşan (2010) tarafından yapılan bir diğer çalışmada %70 fiğ+%30 yulaf ve inokulant (LAB+E) içeren silajlara ait ham protein değeri %13,10 olarak saptanmıştır. Kılıçalp ve ark. (2022) tarafından farklı tohum oranlarında ekilen tritikale ve macar fiğ silajlarına eklenen LAB+Enzim (*Pediacoccus acidilactici*, *lacto bacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* ve *Cellulase*, *amylase*, *hemicellulase* ve *pentosonase* içeren) inokulantın karışımında %75 macar fiğ+%25 tritikale ve %50 macar fiğ+%50 tritikale içeren silajların ham protein içeriklerinin LAB+E içeren gruplarda kontrole göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Yapılan bu çalışma kontrol ve LBE1 gruplarına ait silajlardaki ham protein içeriğinin Karakozak ve Ayaşan (2010)'un sonuçlarından daha yüksek, LBE2 grubu silajının ham protein değerinin ise benzerdir. Bununla beraber LBE2 grubuna ait ham protein içeriğinin kontrol ve LBE1 grubuna göre daha düşük olması yönünden Kılıçalp ve ark. (2022)'nin bildirişiyle uyum göstermektedir. Yemlerin ham kül miktarı içerdiği toplam mineral madde düzeyine ilişkin fikir vermesi yönünden önem taşır. Yapılan bu çalışmada da macar fiğ-yulaf karışım hasılına LBE ilavesinin ham kül içeriğinde artışa neden olması açısından Kılıçalp ve ark. (2022) LAB+E uygulamasının %50 macar fiği+%50 tritikale silaj grubunda kül içeriğini artırdığına ilişkin sonucuyla uyum göstermektedir.

Çalışmada silajların fermentasyon özellikleri Tablo 4.3'de sunulmuştur. Araştırmada kontrol, LBE1 ve LBE2 gruplarındaki silajların pH, AA, İzBA değerleri arasında herhangi bir farklılık saptanmazken, LA konsantrasyonunun LBE2 grubunda önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi ($P<0,01$).

Turan (2019) fiğ-arpa karışım silajlarında %70 Macar fiğ + %30 Arpa içeren silajlarda pH değeri 4,05 olarak saptanmış ve karışımda arpa miktarı arttıkça pH

değerinde düşüş belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada pH değerleri 4,13-4,19 arasında tespit edilmiştir ve çalışma bu yönüyle Turan (2019) ile uyum göstermiştir. Bazı araştırmacılar karışımda arpa miktarının artması sonucu pH değerinde bir düşüşün olduğunu bildirmişlerdir (Aykan ve Saruhan, 2018; Bengisu, 2019; Erbil, 2012; Seydoşoğlu ve Gelir, 2019; Seydoşoğlu, 2019a; Seydoşoğlu, 2019b).’nin macar fiğ-buğday hasılı karışım silajlarında heterofermantatif ve/veya homofermantatif laktik asit bakterilerinin etkilerini incelediği araştırmasında heterofermantatif *L. buchneri* laktik asit bakterisini içeren ticari inokulant ilaveli gruplarda pH değerinin 45. günde 4,37’dir. Marković ve ark. (2018)’in %75 adi fiğ+%25 yulaf karışımlarında bakteriyel inokulant ilavesini yapılan ve yapılmayan silajlar pH değerleri sırasıyla 4,32 ve 4,22 olarak bulunmuştur. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar bu sonuçlardan genel olarak daha düşük olmakla beraber Weissbach (1996) göre iyi fermente ve stabil bir silaj elde etmek için %20 kuru madde içerikli silajda 4,2’nin altında pH değerleri gereklidir. Mevcut çalışmanın sonuçları bu gereksinime uygunluk göstermektedir.

Tablo 4.3. Silajların Fermantasyon Özellikleri

	Kontrol x ± Sx	LBE 1 x ± Sx	LBE 2 x ± Sx	P değeri
pH	4,14 ± 0,03	4,19 ± 0,01	4,13 ± 0,00	0,160
LA %	17,31 ± 0,32 ^b	18,95 ± 0,29 ^{ab}	20,54 ± 0,85 ^a	0,005
AA %	1,60 ± 0,09	1,64 ± 0,05	1,59 ± 0,06	0,830
PA %	4,80 ± 0,07 ^c	6,40 ± 0,05 ^b	12,80 ± 0,01 ^a	0,011
İzo BA %	7,89 ± 0,45	7,60 ± 0,23	6,79 ± 0,13	0,064
İzo VA %	4,37 ± 0,14 ^a	3,99 ± 0,12 ^{ab}	3,72 ± 0,18 ^b	0,034
FLEİG puanı	85,51 ± 1,09	81,45 ± 1,68	84,23 ± 0,28	0,079

LBE1: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 1; LBE2: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 2, LA; Laktik asit; AA: Asetik asit; PA: Propiyonik asit; İzo BA: İzo Bütirik asit; İzo Valerik asit

Silolamada LAB’ince açığa çıkarılan LA başlıca silaj asitidir ve AA ve PA’dan daha güçlü (yaklaşık 10-12 kat) bir asit olduğundan silolamada fermentasyona bağlı olarak pH’nın düşmesine önemli katkı sağlar (Kung Jr, ve ark., 2018). Böylece ortamdaki düşük pH, bu düşük düzeyi tolere edemeyen mikroorganizmanın gelişimini olumsuz etkileyerek silaj fermentasyonunu stabilize eder (Whiter ve Kung Jr, 2001). Kuru madde içeriği düşük olan silajlarda (<%30) LA konsantrasyonu daha yüksektir. Nitekim KM içeriği %25-30 arasında olan çayır silajlarında LA

konsantrasyonu %6-10 arasında olabilmektedir (Kung Jr ve ark., 2018). Silaj materyalinde istenen fermentasyonun sağlanması için ortamda mutlaka LAB ve bu bakterilerin LA üretebilmeleri için yeterli düzeyde miktarda kolay fermente olabilen karbonhidrat bulunmalıdır. LAB ortamda yeterli düzeyde kolay fermente olabilen karbonhidrat bulunması durumunda silaj fermentasyonu için gerekli LA'ı açığa çıkarabilirler (Filya, 2001). Yapılan bu çalışmada da LBE2 grubunda kullanılan katkısının LAB ve içerdiği enzimler ile kullanılan inokulant miktarı %75 Macar fiğ-%25 yulaf içeren silaj materyalindeki kolay fermente olabilen karbonhidratları açığa çıkararak LA üretimini kontrol ve LBE1 gruplarındaki silajlara göre arttırmış olabilir. Marković ve ark. (2018) inokulant katkılı %75 adi fiğ+%25 yulaf karışımında LA değerini KM'de %9,72, inokulant katkısız aynı bileşime sahip silajlarda ise %14,82 olarak saptamıştır. Yapılan bu çalışmanın silaj katkısı içeren ve içermeyen gruplardaki silajlara ait LA değerleri Marković ve ark. (2018)'in bildirdiğinden daha yüksektir. Sonuçlar arasındaki farklılıkların nedeni karışım oranına, karışımdaki tür ve varyete farklılıklarına, silajın KM içeriğindeki farklıktan ve kullanılan silaj katkı maddesinin bileşiminden kaynakladığı düşünülmektedir.

Silajlarda AA, LA'den sonra en yüksek düzeyde bulunan ikinci silaj asitidir. AA, mayaların gelişimini olumsuz etkilediğinde silaj havayla temas ettiğinde silajın stabilitesini artırabilir. Silajda yüksek AA konsantrasyonunu (%4-6'dan daha fazla) genel olarak enterobakter ve clostridia gibi bakterilerin dominant olduğu istenmeyen silaj fermentasyonlarında gerçekleşir. AA konsantrasyonu çayır otu silajlarında genel olarak %1-3 (KM'de) arasındadır (McDonald ve ark., 1991). Yapılan bu araştırmada AA konsantrasyonu inokulant içeren ve içermeyen gruplara ait silajlarda benzer olup, McDonald ve ark. (1991)'in bildirdiği ile uyumludur.

Bütirik asit, iyi fermente olmuş silajlarda saptanmaması gereken bir asittir. Silajda bütirik asit varlığı Clostridium türlerinin metabolik aktivitesi ile ilişkilidir (Pahlow ve ark., 2003). İyi kaliteli bir silajda bütirik asit miktarının <%0,1'den daha düşük olması gerektiği belirtilmektedir (Seglar, 2003). Yapılan bu çalışmada, bütirik asit varlığı tespit sınırlarının altında kaldığından belirlenememiş olup, bu yönden Pahlow ve ark. (2003) ve Seglar (2003) ile uyum göstermektedir. Araştırmada fleigh puanı yönünden gruplar arasında bir farklılık tespit edilmemiştir. İyi kaliteli silajın pH ve kuru madde içeri değerlerinden faydalanarak flieg puanı hesaplanmaktadır. Silaj kalitesi ile flieg puanı arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Yapılan

araştırmalara (35-37) flieg puanı ile silaj pH değeri arasında sıkı bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Kılıçalp ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada farklı tohum oranlarında ekilen tritikale ve macar fiğ silajlarına eklenen LAB+Enzim (*Pediococcus acidilactici*, *lacto bacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* ve *Cellulase*, *amylase*, *hemicellulase* ve *pentosonase* içeren) inokulantın silajın kimyasal bileşimi ve bazı özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada araştırma grupları arasında flieg puanı yönünden herhangi bir fark saptanmadığı ifade edilmiştir. Çalışma bu yönüyle Kılıçalp ve ark. (2022) ile uyumlu olup, araştırma gruplarındaki silajların fleigh puanlarının 81-100 arasına (pekiyi) karşılık geldiği belirlenmiştir.

Silajların nispi yemdeğerine ilişkin sonuçlar Tablo 4.4’de verilmiştir. Silajların KMT değerlerinin 2,65 ile 2,73 arasında, SKM değerlerinin %63,67 ile 64,48 arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Silajların KMT ve SKM değerlerine bakıldığında kontrol ve LBE ilaveli gruplarda herhangi bir farklılık saptanmamıştır. Silajlardaki NYD değerlerine bakıldığında kontrol grupları ile inokulantlı gruplar karşılaştırıldığında herhangi bir farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 4.4. Silajların Nispi Yem Değerleri

	Kontrol x ± Sx	LBE 1 x ± Sx	LBE 2 x ± Sx	P değeri
KMT %	2,72 ± 0,07	2,73 ± 0,04	2,65 ± 0,03	0,520
SKM %	63,68 ± 0,41	64,48 ± 0,10	63,67 ± 0,16	0,079
NYD	134,80 ± 4,44	136,51 ± 2,42	130,79 ± 1,66	0,420

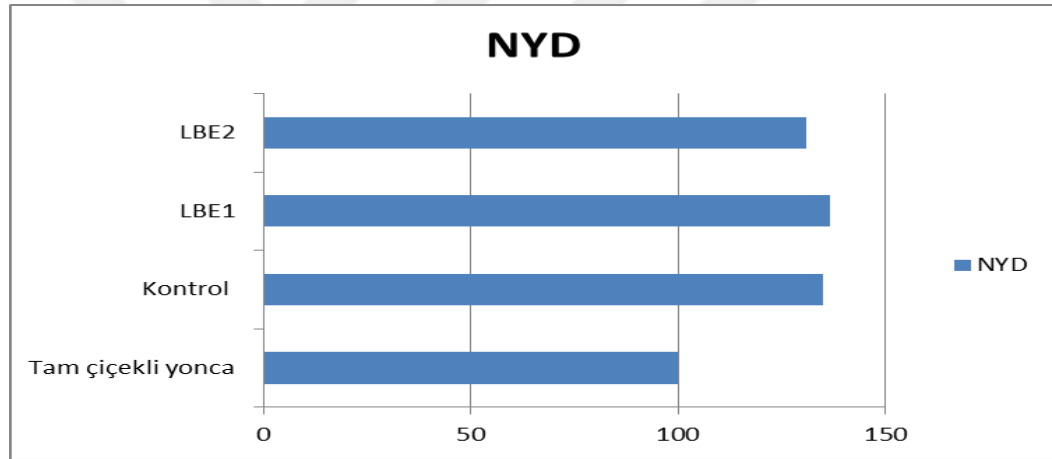
LBE1: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 1; LBE2: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 2, KMT: Kuru madde tüketimi; SKM: Sindirilebilir Kuru Madde; NYD: Nispi Yem Değeri

Nispi yem değeri, tam çiçeklenme dönemindeki yonca kuru otunun ADF (%41) ve NDF (%53) değerlerinden hesaplanan 100 değerini temel almaktadır. Bu değer altına indikçe yemin kalitesi düşmekte, yükseldikçe artmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre, NYD değeri 150’nin üzerinde ise en iyi kalite, 125- 150 arasında ise 1. kalite, 103-124 arasında ise 2. kalite, 87-102 arasında ise 3. kalite, 75-86 arasında ise 4. kalite ve 75’in altında ise 5. kalite olarak kabul edilmektedir (Ball ve ark., 1996; Canbolat ve Karaman, 2009; Kaya, 2008; Moore ve Undersander, 2002; Redfearn ve ark., 2006; Richardson, 2001; Rohweder ve ark., 1978). Araştırmada kontrol ve LBE gruplarına ait silajların NYD’leri (130,79-136,51)

yönünden birinci kalite sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir. Macar fiği + tahıl karışımları üzerinde yapılan çalışmalarda NYD değeri 120,72-162,08 (Lithourgidis ve ark., 2006), 89,6-100,4 (Yücel ve ark., 2013), 92,5-177,6 (Sayar ve Kendal, 2014), 88,1-96,4 (Çağan ve ark., 2015), 66,5-89,3 (Kaplan ve ark., 2015), 122,4-149,9 (Temel ve ark., 2015), 106,3-205,6 (Ullah ve ark., 2015) ve 99,0-129,0 (Yılmaz ve ark., 2015) arasında değişmiştir.

Nispi yem değeri 100 olarak kabul edilen tam çiçekli yonca ile kontrol, LBE1 ve LBE2 gruplarına ait silajların NYD'leri Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çalışmada 60 günlük fermentasyon sonrasında açılan silajların *in vitro* sindirilebilirlik değerlerine ilişkin sonuçlar Tablo 4.5'de sunulmuştur. Çalışmada kontrol, LBE1 ve LBE2 gruplarına ait silajların İVNDFS değerlerine ilişkin grafik Şekil 4.2'de verilmiştir.



NYD: Nispi Yem Değeri; LBE1: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 1; LBE2: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 2

Şekil 4.1. Kontrol, LBE1 ve LBE2 Gruplarına Ait Silajların Nispi Yem Değerleri

Kontrol ve LBE katkılı silajların İVGS, İVGKMS ve İVGOMS değerleri yönünden herhangi bir farklılık saptanmazken, İVNDFS'nin LBE ilaveli silajlarda önemli ($P<0,01$) düzeyde arttığı belirlenmiştir.

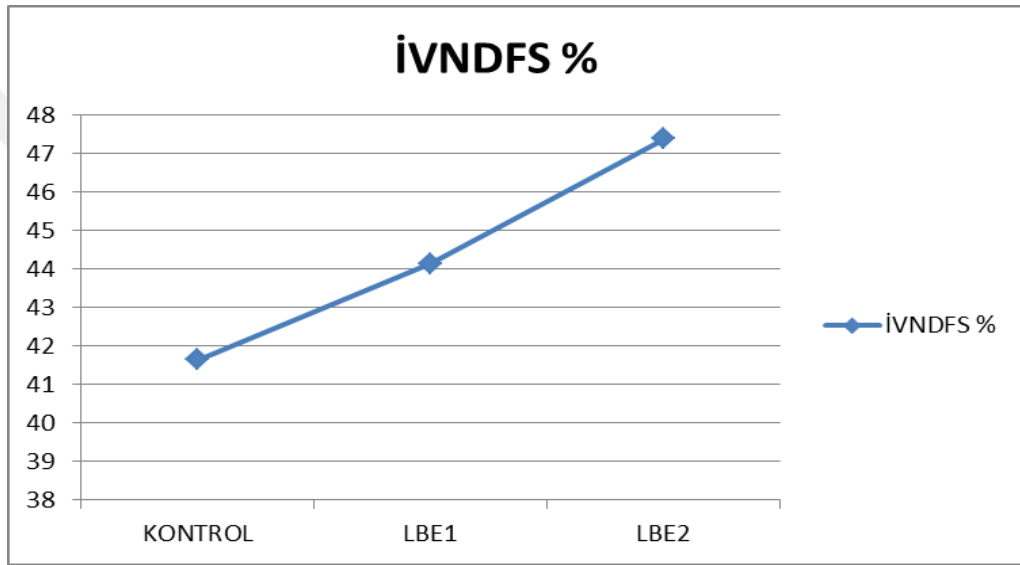
Bu artış Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Kontrol, LBE1 ve LBE2 katkıları ile silajların İVNDFS değerleri arasında linear bir korelasyonun mevcut olduğu ($r=0,945$) bulunmuştur (Şekil 4.3).

Kaba yemin sindirilebilirliği, silajın kalitesini doğrudan yansıtabilen en önemli parametrelerden birisidir (Li ve ark., 2019; Liu ve ark., 2019).

Tablo 4.5. Silajların *In vitro* Sindirilebilirlik Değerleri, %

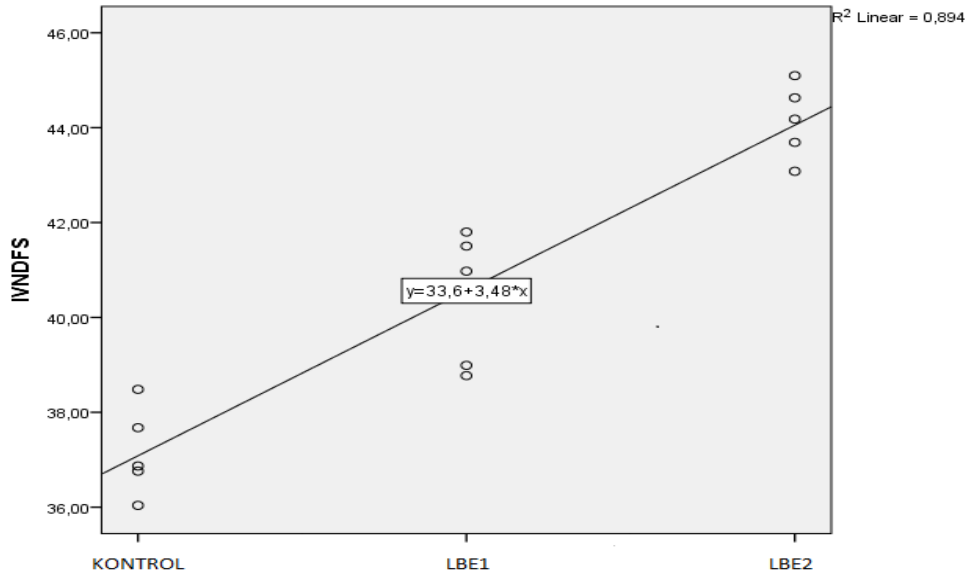
	Kontrol x ± Sx	LBE 1 x ± Sx	LBE 2 x ± Sx	P değeri
İVGS	76,58 ± 0,67	77,35 ± 0,51	77,95 ± 0,25	0,211
İVGKMS	74,26 ± 0,69	75,41 ± 0,56	76,16 ± 0,28	0,083
İVGOMS	71,94 ± 0,80	73,07 ± 0,66	73,77 ± 0,27	0,150
İVNDFS	41,65 ± 0,29 ^c	44,14 ± 0,66 ^b	47,38 ± 0,22 ^a	0,000

LBE1: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 1; LBE2: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 2; İVGS: *In vitro* gerçek sindirilebilirlik; İVGKMS: *In vitro* gerçek kuru madde sindirilebilirliği; İVGOMS: *In vitro* gerçek organik madde sindirilebilirliği; İVNDFS: *In vitro* nötral deterjan fiber sindirilebilirliği



İVNDFS: *In vitro* nötral deterjan fiber sindirilebilirliği; LBE1: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 1; LBE2: Laktik Ait Bakterileri+Enzim Düzey 2

Şekil 4.2. Kontrol ve LBE ilave edilen gruplarda İVNDFS değeri



IVNDFS: *In vitro* nötral deterjan fiber sindirilebilirliği

Şekil 4.3. Kontrol, LBE1 ve LBE2 katkıları ile silajların İVNDFS değerleri arasındaki linear korelasyonu

Li ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada silaj katkı maddesi olarak ticari laktik asit bakterisi içeren inokulant kullanımının yulaf silajlarının İVKMS değerini etkilemediği bildirilmiştir. Başkavak ve ark. (2008) tarafından yapılan bir diğer çalışmada laktik asit bakterileri ve enzim lavelerinin, buğday silajlarının İVKMS ve İVOMS değerlerini etkilemediği ancak, inokulant ilavelerinin söz konusu bu değerleri artırma eğiliminde olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda laktik asit bakteri ya da enzim ilavelerinin silajların kuru madde ve organik madde parçalanabilirliklerini veya sindirilebilirliklerini etkilemediğini bildirilirken (Nadeau ve ark., 2000a; Hristov ve McAlliester, 2002; Muck ve ark., 2007; Özdüven ve ark., 2017; Marbun ve ark., 2020) bazı çalışmalarda, laktik asit bakterileri veya enzimlerle işlenmiş silajın parçalanabilirliğinin veya sindirilebilirliğinin (Weinberg ve ark., 1995; Nadeau ve ark., 2000b; Ozduven ve ark., 2010) iyileştiği belirtilmiştir. Marbun ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada mısır silajına *Lactobacillus plantarum*, *L. Paracasei* ve *L. acidophilus* inokulantlarının ilave edilmesinin mısır silajının *in vitro* kuru madde sindirilebilirliğini etkilemediğini bildirilmiştir. Muck ve ark. (2007) tarafından yapılan bir diğer çalışmada yonca silajına ilave edilen farklı laktik asit bakterilerini içeren ticari inokulantların *in vitro* gerçek kuru madde sindirilebilirliği üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada LBE ilavelerinin İVGKMS, İVGOMS değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmaması

ancak bu değerleri artırma eğiliminde olması açısından Başkavak ve ark. (2008)'in sonucuyla ve bu etki eksikliğinin bildirildiği bazı çalışmalarla (Nadeau ve ark., 2000a; Hristov ve McAlliester, 2002; Muck ve ark., 2007; zduven ve ark., 2017; Marbun ve ark., 2020) uyum göstermektedir. Bununla beraber, bu çalışmada, LBE ilavesi yapılan silajlarda 48 saat İVNDFS değerinin artış göstermesi Guo ve ark. (2020)'nın *L. plantarum* ve *E. faecalis*'in İVNDFS'ni artırabildiği sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. Yapılan alışmalar, LAB ilavesinin selüloz fraksiyonu ve parçalanabilirliği üzerindeki olumlu etkisinin olduğu bildirmiştir (Aksu ve ark., 2004; Addah ve ark., 2011). Yapılan bu çalışmada da farklı düzeylerde LBE ilavesi yapılan silajlarda 48. saat *in vitro* NDF sindirilebilirliğini artırdığı belirlenmiştir. Çalışmada LBE ilavesine alınan olumlu yanıt bu inkoulantın eklendiği silajlarda, bitki hücre duvarı yapılarının bozulmasına bağlanabilir. Bu bozulma ile hücre içi içerikleri etkili bir şekilde serbest bırakılarak rumen mikroorganizmalarının bağlanması ve fermentasyon için daha fazla substratın sağlaması gerçekleşmiş olabilir. Oba ve Allen (1999), *in vitro* kaba yem NDFS'nin 1 birim iyileşmesinin 0,17 kg KMT ve 0,25 kg %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimi ile pozitif olarak ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Yapılan bu çalışmada LBE1 ve LBE2 gruplarına ait silajlarda NDFS değerlerinde sırasıyla %5,97 ve 13,75 düzeyinde bir artış saptanmıştır. Çalışma bu yönüyle Muruz ve ark. (2019) tarafından yapılan ferulik asit esteraz üreten bakteriyel inokulant ve ekzojen fibrolitik enzimlerin mısır samanının kimyasal kompozisyonu, konservasyon özellikleri ve sindirilebilirliği üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada katkı maddeleri eklenerek konservasyonu sağlanan mısır samanının İVNDFS'ndeki artışla benzerdir. Oba ve Allen (1999) bildirişine göre bu çalışmada LBE1 ve LBE2 gruplarına ait silajların kontrol grubu silajlarına göre İVNDFS değerlerindeki artışın KMT için sırasıyla 0,42 kg ve 0,97 kg; %4 yağa göre düzeltilmiş süt veriminde sırasıyla 0,62 ve 1,43 kg artışla sonuçlanma potansiyeline sahip olduğu ifade edilebilir

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya nüfusu ve Türkiye nüfusu sürekli bir artış göstermektedir. Nüfus artışı ile birlikte gereksinim duyulan bitkisel ve hayvansal gıda gereksinimi artmaktadır. İnsanoğlu dengeli ve yeterli beslenebilmesi için hayvansal gıdaların önemi büyüktür.

Kaba yemler ruminant hayvanların beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Hayvan beslemede kullanılan baklagil ve buydaygil yem bitkileri ayrı olarak ekilebildiği gibi silaj yapımı için birlikte de ekilmektedir.

Üretilen kaba yemler yılın her döneminde ulaşabilmek için farklı silolama yöntemleri kullanılmaktadır. Silaj, yeşil yemlerin besin madde kayıplarını en aza indirerek hava koşullarına bağlı kalınmadan depolanma imkânı sunması gibi avantajları ile hayvancılık işletmeleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Silajı zor yapılan yem bitkilerinin silajının yapılması kolaylaştırmak gerek besin madde kayıplarını en aza indirmek gereksede besin madde bileşimini iyileştirmek amacı ile bazı silaj katkıları kullanılmaktadır.

Bileşiminde Macar fiği-yulaf içeren silaj materyaline 300 000 ve 500 000 cfu/g silaj materyali olacak şekilde ilavesi yapılan LAB+E içeren inokulantın silaj kalitesine ve sindirilebilirliğine etkisinin incelendiği bu çalışmada;

En yüksek kuru madde içeriği kontrol grubu silajlarında elde edilirken, LBE1 ve LBE2 gruplarındaki silajların kuru madde değerleri birbirine benzerlik göstermiştir ($P<0,05$).

Ham protein içeriği LBE2 grubunda kontrol ve LBE1 gruplarına göre önemli düzeyde düşük ($P<0,01$),

Ham kül içeriği LBE2 grubunda kontrol ve LBE1 gruplarına göre önemli düzeyde yüksek ($P<0,05$),

Silajların ADF, NDF ve ADL değerleri yönünden kontrol, LBE1 ve LBE2 grupları arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Araştırmada kontrol, LBE1 ve LBE2 gruplarındaki silajların pH, AA, İzBA değerleri arasında herhangi bir farklılık saptanmazken, LA konsantrasyonunun LBE2 grubunda önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$).

Silajların KMT değerlerinin 2,65 ile 2,73 arasında, SKM değerlerinin %63,67 ile 64,48 arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

Silajların KMT ve SKM değerlerine bakıldığında kontrol ve LBE ilaveli gruplarda herhangi bir farklılık saptanmamıştır.

Silajlardaki NYD değerlerine bakıldığında kontrol grupları ile inokulantlı gruplar karşılaştırıldığında herhangi bir farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir.

Kontrol ve LBE katkılı silajların İVGS, İVGKMS ve İVGOMS değerleri yönünden herhangi bir farklılık saptanmazken, İVNDFS'nin LBE ilaveli silajlarda önemli ($P<0,01$) düzeyde arttığı belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre silajı zor yapılan macar fiği gibi baklagil yem bitkilerinin karışımında %75 Macar fiğ-%25 yulaf tohumu olacak şekilde birlikte yetiştirilmesinin ve bu karışıma 500 000 cfu/g düzeyine kadar LBE içeren silaj katkı maddesi ilavesinin silaj fermentasyonunda ve silaj İVNDFS'inde iyileşmeler sağladığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışma sonucunun *in vivo* sindirilebilirlik ve performans verilerinin de inceleneceği daha ileri düzey araştırmalarla desteklenmesine ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Aboagye, I. A., Lynch, J. P., Church, J. S., Baah, J. and Beauchemin, K. A. (2015). Digestibility and growth performance of sheep fed alfalfa hay treated with fibrolytic enzymes and a ferulic acid esterase producing bacterial additive. *Animal Feed Science and Technology*, 203, 53-66.
- Acar, Z. ve Ayan, İ. (2012). Yem Bitkileri Kültürü. *OMÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No: 2, (3. Cilt), Samsun*. 175 s.
- Acar, Z. ve Bostan, M. (2016). Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 31: 433-440.
- Acar, Z., Can, M., Aşçı, Ö. Ö., Gülümser, E., Kaymak, G. ve Ayan, İ. (2018). Sera Gazı Salınımı ve Çevre Kirliliğinin Azaltılması Yönünden Yemlik Baklagillerin Önemi. *İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 8(3): 313-317.
- Acar, Z., Ayan, İ., Can, M., Kaymak, G., Tan, M., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Gülümser, E. ve Başaran, U. (2020). Türkiye’de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1* (pp. 529-554). *Ankara Üniversitesi Basın Yayın Müdürlüğü*. ISBN-978-605-01-1321-1
- Addah, W., Baah, J., Groenewegen, P., Okine, E. K. and McAllister, T. A. (2011). Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. *Canadian Journal of Animal Science*, 91(1), 133-146.
- Adesogan, A. T., Salawu, M. B., Ross, A. B., Davies, D. R. and Brooks, A. E. (2003). Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides* inoculants, or a chemical additive on the fermentation, aerobic stability, and nutritive value of crimped wheat grains. *Journal of Dairy Science*, 86(5), 1789-1796.
- Adesogan, A. T., Ma, Z. X., Romero, J. J. and Arriola, K. G. (2014). Ruminant Nutrition Symposium: Improving cell wall digestion and animal performance with fibrolytic enzymes. *Journal of animal science*, 92(4), 1317-1330.
- Aksoy, İ. ve Nursoy, H. (2010). Vejetasyonun farklı dönemlerinde biçilen macar fiği buğday karışımının besin madde kompozisyonu, rumende yıkılım özellikleri in vitro sindirilebilirlik ve rölatif yem değerinin belirlenmesi. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg*, 16(6), 925-931.
- Aksu, T., Baytok, E. ve Bolat, D. (2004). Bir bakteriyel silaj aşılama yönteminin mısır silajı fermentasyonu ve besin sindirilebilirliği üzerindeki etkileri. *Küçükbaş Hayvan Araştırması*, 55 (1-3), 249-252.
- Aktürk, B. ve Gümüş, H. (2020). Effects of lactic acid bacteria inoculant on quality, fermentation profile and nutritive value of alfalfa silage at different ensiling period. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.*, (67), 281-287. <https://doi.org/10.33988/auvfd.624047>
- Altın, M., Orak, A. ve Tuna, C. (2009). Yem bitkilerinin sürdürülebilir tarım açısından önemi. *Yem bitkileri, Genel Bölüm. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir*, 1, 11-28.
- Altın, M., Gökkuş, A. ve Koç, A. (2011). Çayır Mera Yönetimi. I. Cilt (Genel İlkeler). *TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara*.
- Anlarsal, A. E., Ülger, A. C., Gök, M., Yücel, C., Çakır, B. ve Onaç, I. (1996). Çukurova’da tek yıllık baklagil yembitkisi+ mısır üretim sisteminde baklagillerin ot verimleri ile azot fiksasyonlarının saptanması ve mısır üretiminde azot kullanımını azaltma olanakları. *Türkiye*, 3, 17-19.

- Anonim, (2011), T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kuru bakliyatlar ve tahıl tanelerinde kalibrasyon, Ankara.
- Atalar, A. ve Çetinkaya, N. (2017). Biyolojik arıtma ile samanın lignoselülozik kompleks sindirilebilirliğinin iyileştirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 5 (13), 1720-1725.
- Ataseven, Y., Arısoy, H., Gürer, B., Demirdöğen, A. ve Olhan, N. Ö. E. (2020). Küresel tarım politikaları ve Türkiye tarımına yansımaları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, 11.
- Avcıoğlu, R., Akbari, N., Soya, H. ve Sabancı, İ. (1991). Ege sahil kuşağında yapay çayır-mera kurma olanakları üzerinde araştırmalar. *Türkiye*, 2, 28-31.
- Aykan, Y. ve Saruhan, V. (2018). Farklı Oranlarda Silolanan yembezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımlarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2):64-70.
- Ayan, İ. ve Aşçı, Ö. Ö. (2019). Silajın Açılması ve Kullanılması. *Silajlık Mısır Tarımı*. s:85-88. ISBN: 978-605-68655-2-7
- Ball, D. M., Hoveland, C. S. and Lacefield, G. D. (1996). Forage quality in southern forages. *Potash & Phosphate Institute, Norcross, Georgia*, 124.
- Ball, D. M., Collins, M., Lacefield, G. D., Martin, N. P., Mertens, D. A., Olson, K. E., Putnam, D. H., Undersander, D. J. and Wolf, M. W. (2001). Understanding forage quality. *American Farm Bureau Federation Publication*, 1(01), 1-15.
- Başkavak, S., Özduven, M. L., Polat, C., Koç, F. (2008). The Effects of Lactic Acid Bacteria+Enzyme Mixture Silage Inoculant on Wheat Silage. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(3), 291-296.
- Bengisu, G. (2019). A Study on the silage properties of hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) grass mixtures in different rates. *Legume Research-An International Journal*, 42(5), 680-683.
- Bergman, E. N. (1990). Energy Contributions of Volatile Fatty Acids from the Gastrointestinal Tract in Various Species. *Physiological Reviews*, 70, 567-590. <https://doi.org/10.1152/physrev.1990.70.2.567>
- Bernardi, A., Härter, C. J., Silva, A. W., Reis, R. A. and Rabelo, C. H. (2019). A meta-analysis examining lactic acid bacteria inoculants for maize silage: Effects on fermentation, aerobic stability, nutritive value and livestock production. *Grass and Forage Science*, 74(4), 596-612.
- Besharati, M., Palangi, V., Nekoo, M. and Ayaşan, T. (2021). Effects of *Lactobacillus buchneri* inoculation and fresh whey addition on alfalfa silage quality and fermentation properties. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 671-678.
- Bijelić, Z., Tomić, Z., Ružić-Muslić, D., Krnjaja, V., Mandić, V., Petričević, M. and Caro-Petrović, V. (2015). Silage fermentation characteristics of grass-legume mixtures harvested at two different maturity stages. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31(2), 303-311.
- Budak, F. ve Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 1-6.
- Canale, A., Valente, M. E. and 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. ve Karaman, Ş. (2009). Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2): 188-195, Ankara.
- Carvalho, B. F., Ávila, 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. *Journal of Applied Microbiology*, 122(3), 589-600.
- Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Zhang, J., Li, J. and Shao, T. (2016). Effects of applying molasses, lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and in vitro gas production of total mixed ration silage prepared with oat-common vetch intercrop on the Tibetan Plateau. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(5), 1678-1685.
- Chung, Y. H., Mc Geough, E. J., Acharya, S., McAllister, T. A., McGinn, S. M., Harstad, O. M. and Beauchemin, K. A. (2013). Enteric methane emission, diet digestibility, and nitrogen excretion from beef heifers fed sainfoin or alfalfa. *Journal of Animal Science*, 91(10), 4861-4874.
- Coskuntuna, L. ve Gül, S. (2020). The effects of lactic acid bacteria and inoculants mixture enzyme on fermentation and feed value of Vetch (*Vicia narbonensis* L.) silage. *International Journal of Current Research*, 12, (03): 10680-10683.
- Çaçan, E., Aydın, A. ve Başbağ, M. (2015). Bingöl Üniversitesi yerleşkesinde yer alan bazı baklagil yem bitkilerine ait kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 105-111.
- DLG. (1987). Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft
- Dorđević, S., Mandić, V. and Stanojević, D. (2016). The effect of bacterial inoculant on chemical composition and fermentation of alfalfa silage. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32(4), 413-423.
- Driehuis, F., Elferink, S. O. and Spoelstra, S. F. (1999). Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of applied Microbiology*, 87(4), 583-594.
- Eckard, R. J., Grainger, C. and De Klein, C. A. M. (2010). Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livestock science*, 130(1-3), 47-56.
- Elçi, Ş. (2005). Fiğ. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri (pp. 259-292).
- Erbil, N. İ. (2012). Homofermantatif ve/veya heterofermantatif laktik asit bakterileri inokulantların Macar fiği-buğday karışımı silajların fermentasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri *Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi*.
- Ergül, M. (1988). Yem Bitkisi ve Teknolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:487, *Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir*.
- Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A., Saçaklı, P. (2016). Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi. 6. *Baskı, Kardeleen ofset matbaacılık tanıtım hizmetleri san. Ltd., Şti., Ankara*.
- Erkovan, H. İ. (2005). Bazı çok yıllık baklagil ve buğdaygil yem bitkileri saf ekim ve karışımlarında verim ile azot fiksasyonu ve transferinin nükleer tekniklerle belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Erzurum*.
- Filya, İ. (2001). Silaj fermentasyonu. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 32(1), 87-93.

- Guo, G., Shen, C., Liu, Q., Zhang, S. L., Shao, T., Wang, C., Wang, Y. X., Xu, Q. F. and Huo, W. J. (2020) The effect of lactic acid bacteria inoculums on in vitro rumen fermentation, methane production, ruminal cellulolytic bacteria populations and cellulase activities of corn stover silage. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(3), 838-847.
- Geren, H., Kır, B., Erakul, O., Cevheri, A. C. (1998). Silaj Yapımı ve Kalitesinin Belirlenme Yöntemleri. *Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi Kitabı, 2.Cilt*, S: 272-279. Aydın
- Goodrich, R. D. and Meiske, J. C. (1985). Corn and sorghum silages. *Iowa State University Press p. 527-536, Ames, Iowa-U.S.A*
- Gökdemir, N. (2019). Bingöl koşullarında tüylü fiğ (*Vicia villosa* Roth.) ve çavdar (*Secale cereale* L.) karışım oranlarının ot verimi ve kalitesine etkisi (*octoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bingöl.*
- Gündüz, E. T. (2010). Diyarbakır koşullarında karışım oranının macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz)+buğday (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) karışımında ot verimi ve kalitesine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana*
- Hanoğlu, H. (2014). Türkiye’de Meralar ve Kaliteli Kaba Yem Üretimi. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, 107, 14-16.
- Huyen, N, T., Martinez, I. and Pellikaan, W. (2020). Using lactic acid bacteria as silage inoculants or direct-fed microbials to improve in vitro degradability and reduce methane emissions in dairy cows. *Agronomy* 10; 1482. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101482>
- Hristov, A. N., McAllister, T.A. (2002). Effect of inoculants on whole-crop barley silage fermentation and dry matter disappearance in situ. *Journal of Animal Science*, 80, 510-516.
- Hristov, A. N., Oh, J., Firkins, J. L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Makkar, H. P. S., Adesogan, A. T., Yang, W., Lee, C., Gerber, P.J., Henderson, B., Tricarico, J.M. (2013). Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *J Anim. Sci.* 91: 5045-5069.
- Irawan, A., Sofyan, A., Ridwan, R., Hassim, H. A., Respati, A. N., Wardani, W. W., Sadarman., Astuti, W. D. and Jayanegara, A. (2021). Effects of different lactic acid bacteria groups and fibrolytic enzymes as additives on silage quality: A meta-analysis. *Bioresource Technology Reports*, 14, 100654.
- Iwaasa, A. and Lemke, R. (2014). Reducing greenhouse gases from ruminants on perennial pastures. *Cool Forages: Advanced Management of Temperate Forages*. Pacific Field Corn Association, *Agassiz*, 201, 204.
- Kalkan, H. ve Filya, İ. (2011). Sellüloz Enziminin Buğday Samanının Besleme Değeri, in vitro Sindirimi ve Mikrobiyal Protein Üretimi Üzerine Etkileri. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 585-594. doi:10.9775/kvfd.2010.4246
- Kaplan, M., Yılmaz, M. ve Rukiye, K. A. R. A. (2015). Variation in hay yield and quality of new triticale lines. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 50-60.
- Karadağ, Y. ve Büyükburç, U. (2004). Forage qualities, forage yields and seed yields of some legume–triticale mixtures under rainfed conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 54(3), 140-148.
- Karakozak, E. ve Ayaşan, T. (2010). Değişik yem bitkileri ve karışımlarından hazırlanan silajlarda inokulant kullanımının flieg puanı ve ham besin maddeleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(6), 987-994.

- Kaya, Ş. (2008). Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem kalite indeksi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1(1): 59-64.
- Keleş, G. (2017). Silaj katkıları. *Türkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics* 2017;3(3):171-180
- Kellems, R. O. and Church, D. C. (2002). Livestock feeds and feeding: *Prentice Hall Upper Saddle River, NJ*.
- Kılıçalp, N., Özkurt, M., Karadağ, Y., Hızlı, H. (2022). Hungarian vetch (*Vicia pannonica*) and triticale (*Xtriticosecale wittmack*) silages, sowed in different seed rates, treated with lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculant: I. Chemical composition and silage fleig score. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 32(3): 2022, Page: 680-687.
- Köksal, Y. (2020). Dut Posasının Çayır otu ile Silolanmasının Silaj Kalitesine ve Sindirilebilirliği Üzerine Etkilerinin Araştırılmasışturan. *Ondukuz Mayıs Üniversitesi. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi. Samsun*
- Konak, Ç. (2008). Yoğurt kültürü ile birlikte kullanılan probiyotik ve eksopolisakkarit oluşturan mikroorganizmaların yulaf bozasının bazı kalitatif özelliklerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya*, 100.
- Kung Jr, L., Stokes, M. R. and Li, N. C. J. (2003). Silage additives, in *Silage Science and Technology*, ed. by Buxton DR, Muck RE and Harrison JH. Agronomy Publication no 42, *American Society of Agronomy, Madison, WI, USA*, pp. 305–360
- Kung Jr, L., Shaver, R. D., Grant, R. J. and Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of dairy Science*, 101(5), 4020-4033.
- Kutlu, H. R. ve Çelik, L. (2001). Yemler bilgisi ve yem teknolojisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü (Hayvansal Üretim Lisans Programı), Ders Notu, Adana*.
- Li, D. X., Ni, K. K., Zhang, Y. C., Lin, Y. L. and Yang, F. Y. (2018). Influence of lactic acid bacteria, cellulase, cellulase-producing *Bacillus pumilus* and their combinations on alfalfa silage quality. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(12), 2768-2782.
- Li, F., Ding, Z., Ke, W., Xu, D., Zhang, P., Bai, J., Mudassar, S., Muhammad, I. and Guo, X. (2019). Ferulic acid esterase-producing lactic acid bacteria and cellulase pretreatments of corn stalk silage at two different temperatures: Ensiling characteristics, carbohydrates composition and enzymatic saccharification. *Bioresource technology*, 282, 211-221.
- Li, Y., Du, S., Sun, L., Cheng, Q., Hao, J., Lu, Q., Ge, G., Wang, Z., Jia, Y. (2022). Effects of Lactic Acid Bacteria and Molasses Additives on Dynamic Fermentation Quality and Microbial Community of Native Grass Silage. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1-13.
- Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dhima, K. V., Dordas, C. A. and Yiakoulaki, M. D. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99(2-3), 106-113.
- 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 barley silages. *Bioresource technology*, 273, 212-219.
- Lukkananukool, A., Paengkoum, P., Bureenok, S., Paengkoum, S., Yuangklang, C. and Kawamoto, Y. (2013). Effect of forage species and additives on quality of tropical forage silage. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(2), 153-159.

- Lüscher, A., Suter, M., and Finn, J. A. (2016). Legumes and grasses in mixtures complement each other ideally for sustainable forage production. *The journal of the International Legume Society*, 12, 8-10.
- Mahanna, B., and Chase, L. E. (2003). Practical applications and solutions to silage problems. *Silage science and technology*, 42, 855-895.
- Mannetje, L. (1999). Silage for animal feed, Encyclopedia of Life Support Systems, *Biotechnology vol. VIII*, Erişim:[<https://www.eolss.net/sample-chapters/c17/E6-58-07-05.pdf>]. Erişim tarihi: 27/12/2022.
- Marbun, T. D., Lee, K., Song, J., Kwon, C. H., Yoon, D., Lee, S. M., Kang, J., Lee, C., Cho, S., Kim, E. J. (2020). Effect of Lactic Acid Bacteria on the Nutritive Value and In Vitro Ruminal Digestibility of Maize and Rice Straw Silage. *Applied Science*, 10, 7801.
- Marković, J., Blagojević, M., Kostić, I., Vasić, T., Anđelković, S., Petrović, M. and Štrbanović, R. (2018). Effect of bacterial inoculants application and seeding rate on common vetch-oat silage quality. *Biotechnology in animal husbandry*, 34(2), 251-257.
- Martin, C., Copani, G. and Niderkorn, V. (2016). Impacts of forage legumes on intake, digestion and methane emissions in ruminants. *Legume Perspectives*, 12, 24-25.
- McCaughy, W. P., Wittenberg, K. and Corrigan, D. (1999). Impact of pasture type on methane production by lactating beef cows. *Canadian journal of animal science*, 79(2), 221-226.
- McDonald, P., Henderson, A. R. and Heron, S. J. E. (1991). The biochemistry of silage. *Chalcombe publications*.
- Moore, J. E. and Undersander, D. J. (2002). Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings 13th annual Florida ruminant nutrition symposium* (Vol. 32, pp. 16-29).
- Muck, R. E., Filya, I., Contreras-Govea, F. E. (2007). Inoculant Effects on Alfalfa Silage: In Vitro Gas and Volatile Fatty Acid Production. *Journal of Dairy Science*, 90, 5115-5125.
- Muruz, H., Selçuk, Z., Salman, M., Nuhoğlu, Z., İsmail, K. ve Çetinkaya, N. (2019). The effects of exogenous fibrolytic enzymes and a ferulic acid esterase-producing inoculant treatment on digestibility and conservation characteristics of corn stover. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(5).
- Nadeau, E. M. G., Russell, J. R., Buxton, D. R. (2000a). Intake, digestibility, and composition of orchardgrass and alfalfa silages treated with cellulase, inoculant, and formic acid fed to lambs. *Journal of Animal Science*, 78, 2980-2989.
- Nadeau, E. M. G., Buxton, D. R., Russell, J. R., Allison, M. J., Young, J. W. (2000b): Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. *Journal of Dairy Science*, 83, 1487-1502.
- Nair, J., Huaxin, N., Andrada, E., Yang, H. E., Chevaux, E., Drouin, P. and Wang, Y. (2020). Effects of inoculation of corn silage with *Lactobacillus hilgardii* and *Lactobacillus buchneri* on silage quality, aerobic stability, nutrient digestibility, and growth performance of growing beef cattle. *Journal of Animal Science*, 98(10), skaa267.
- Nsereko, V. L., Smiley, B. K., Rutherford, W. M., Spielbauer, A., Forrester, K. J., Hettinger, G. H. and Harman, B. R. (2008). Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. *Animal feed science and technology*, 145(1-4), 122-135.

- Nyfeler, D., Huguenin-Elie, O., Suter, M., Frossard, E. and Lüscher, A. (2011). Grass–legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agriculture, ecosystems & environment*, 140(1-2), 155-163.
- Oba, M. and Allen, M. S. (1999). Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(3), 589-596.
- Okcu, M. (2020). Türkiye ve Doğu Anadolu Bölgesi çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının mevcut durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 321-330.
- Okuyucu, B. (2018). Laktik asit bakteri ve enzim karışımı inokulant ilavesinin yonca silajlarında fermentasyon, aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkileri. *Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi*.
- Oliveira, A. S., Weinberg, Z. G., Ogunade, I. M., Cervantes, A. A., Arriola, K. G., Jiang, Y. and Adesogan, A. T. (2017). Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4587-4603.
- Omokanye, T. A. (2014). On-farm testing of strip intercropping of annual crops for forage yield and quality. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4(4), 65-76.
- Oude Elferink, S. J., Krooneman, J., Gottschal, J. C., Spoelstra, S. F., Faber, F. and Driehuis, F. (2001). Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Applied and Environmental microbiology*, 67(1), 125-132.
- Ozduven, M. L., Kursun Onal, Z., Koc, F. (2010). The Effects of Bacterial Inoculants and/or Enzymes on the Fermentation, Aerobic Stability and in vitro Dry and Organic Matter Digestibility Characteristics of Triticale Silages. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(5), 751-756.
- Özdüven, M. L., Tepeli, C., Okuyucu, B. (2017). The Effects of Lactic Acid Bacterial Inoculants on the Fermentation and Aerobic Stability of Sunflower Silages. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14, 9-15.
- Özkan, U. ve Şahin Demirbağ, N. (2016). Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 23-27.
- Özkan, U. (2020). Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1(1), 29-43.
- Tan, M. ve Serin, Y. (1996). Fiğ+ tahıl karışımlarında karışım oranlar ve biçim zamanlarının makro besin elementi kompozisyonuna etkileri. *Türkiye*, 3, 17-19.
- Temel, S., Keskin, B., Yıldız, V. ve Kır, A. E. (2015). Iğdır ovası taban koşullarında adi fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin kuru ot verimi ve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 5(3): 67-76, 2015
- Tjardes, K. E., Buskirk, D. D., Allen, M. S., Ames, N. K., Bourquin, L. D. and Rust, S. R. (2000). Brown midrib-3 corn silage improves digestion but not performance of growing beef steers. *Journal of animal science*, 78(11), 2957-2965.
- Turan, N. (2019). Macar fiği ile arpa yaş otunun farklı oranlarda karıştırılarak elde edilen silajın kimyasal kompozisyonu ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 787-793.
- TÜİK, (2018). Tür ve Irklara Göre Hayvan Sayıları, Tarım, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Son erişim tarihi: (18.12.2022)

- TÜİK, (2022a). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, Nüfus ve Demografi, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Son erişim tarihi: (31.12.2022)
- TÜİK, (2022b). Tür ve Irklara Göre Hayvan Sayıları, Tarım, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Son erişim tarihi: (31.12.2022)
- TÜİK, (2022c). Türkiye Bitkisel Üretim İstatistikleri Yem Bitkileri, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Son erişim tarihi: (31.12.2022)
- TÜİK, (2022d). Tarım ve Orman Alanları, İstatistikler, Türkiye İstatistik Kurumu <http://www.tuik.gov.tr> Son erişim tarihi: (18.12.2022)
- Twidwell, E. K., Johnson, K. D., Cherney, J. H. and Ohm, H. W. (1987). Forage yield and quality of soft red winter wheats and a winter triticale. *Applied agricultural research*, 2(2), 84-88.
- Uğurlu, S., Okuyucu, B. and Özdüven, M. L. (2022). The effects of bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability and feed value of rye (*secale cereale* l.) silages. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(3), 426-433.
- Ullah, Z., Malik, M. A., Ansar, M., Ijaz, S. S. and Rasheed, M. (2015). Winter forage quality of oats (*Avena sativa* L.), barley (*Hordeum vulgare* L.) and vetch (*Vicia sativa* L.) in pure stand and cereal legume mixture. *Pakistan J. Agric. Res. Vol.* 28 (1): 1-10.
- Undersander, D. (2015). Making Baleage. <https://fyi.extension.wisc.edu/forages/files/2015/06/Making-Baleage.pdf>
- Undi, M., Wittenberg, K., McGeough, E. J. and Ominski, K. H. (2016). Impact of forage legumes on greenhouse gas output and carbon footprint of meat and milk. *The journal of the International Legume Society*, (12), 26-28.
- Uygur, A. M. (2006). Silaj Kalitesinin Fiziksel Ve Kimyasal Yöntemlerle Belirlenmesi. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Retrieved November 5, 2022, from <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/belgeler/egitimbrosur/127-ciftcibro.pdf>
- Uygur, A. M. (2007). Çiftçi Broşürü No: Silaj Yapımında Kullanılan Katkı Maddeleri-1 Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Retrieved November 6, 2022, from <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/132-ciftcibro.pdf>
- Uygur, A. M. (2018). Silajlık Yem Bitkileri ve Silaj Yapımı. *Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. İzmir İl Müdürlüğü. 2018. İzmir.*
- Ünal, S., Yaman, S., Temel, S. Erol.ve H. (2005). Yem Bitkileri. Çayır-Mera, Yem Bitkileri, Silo Yemler, Yem Üretimi (pp. 43-78).
- Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elferink, S. J. O. and Spoelstra, S. F. (2003). Microbiology of ensiling. *Silage science and technology*, 42, 31-93.
- Park, R. S. and Stronge, M. D. (2013): Silage Production and Utilisation. In Proceedings of 14th Proceedings of the International Silage Conference, *Wageningen Academic, The Netherlands.*
- Pınar, İ. (2007). Değişik karışım oranlarının tüylü fiğ (*Vicia villosa* Roth)+ arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz)+ arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımlarının verim ve verim özelliklerine etkisi. *Y. Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.*
- Pitt, R. E., Muck, R. E. and Pickering, N. B. (1991). A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Science*, 46(3), 301-312.
- Polan, C. E., Stieve, D. E. and Garrett, J. L. (1998). Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 765-776.

- Redfearn, D., Zhang, H. and Caddel, J. (2006). 06.11. 2012. Forage quality interpretations. Oklahoma Cooperative Extension Service F-2117.
- Richardson, C. (2001). Relative feeding value (RFV), an indicator of hay quality. OSO Extension Fact F2117, <http://clay.agr.okstate.edu/alfalfa/webnews/quality3>
- Rivera, J. D. and Parish, J. A. (2010). Interpreting forage and feed analysis reports. Erişim: <https://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p2620.pdf>.
- Rohweder, D., Barnes, R. F. and Jorgensen, N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of animal science*, 47(3), 747-759.
- Romero, J., Miguel, C. and Burns, J. (2015). Forage conservation techniques: silage and haylage production. NC Cooperative Extension Resources AG-812. *North Carolina State University, Raleigh, NC, USA*. bit. 1y/34ARpmV.
- Sayar, M. S. ve Kendal, E. (2014). Tek yıllık baklagil yem bitkilerinin tahıllarla karışık ekimi. *Mardin Gıda Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, Yıl, 4, 52-54.
- Schroeder, J. W. (2004). Haylage and other fermented forages. Fargo, ND: NDSU Extension Service.
- Seglar, B. (2003). Fermentation analysis and silage quality testing. *Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference. College of Veterinary Medicine*.
- Serin, Y. ve Tan, M. (2009). Buğdaygil yem bitkilerinin tarımsal özellikleri, ekonomik önemleri, taksonomileri ve genel yapısal özellikleri. *Tügem, Emre Basımevi, İzmir*, 546-549.
- Seydoşoğlu, S. ve Gelir, G. (2019). Farklı oranlarda karıştırılan mürdümük (*Lathrus sativus* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj özellikleri üzerinde bir araştırma. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(1), 397-406.
- Seydoşoğlu, S. (2019a). Farklı oranlarda karıştırılan yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj ve yem kalitesine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(3), 297-302.
- Seydosoglu, S. (2019b). Effects of different mixture ratios of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and barley (*Hordeum vulgare*) on quality of silage. *Legume Research*, 42(5), 666-670.
- SEYDOŞOğLU, S., TURAN, N., & Aylin, O. L. U. K. (2020). Bazı baklagil yem bitkileri ile arpa karışım oranları belirlenerek yem verimi ve kalitesine etkisinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 289-296.
- Suttie, J. M. and Reynolds, S. G. (2004). Fodder oats. A world over view. FAO, ISBN: 92-5-105243-3. <http://www.fao.org/008/y5765e/y5765e00.htm>
- Şen, G., Erol, T., Kara, K., Demirci, M., Karslı, M.A. (2022). The effect of microbial inoculants and molasses on quality and in vitro digestibility of silages prepared with different proportions of ryegrass and Hungarian vetch. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 46, 629-637. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4234>
- Vallentine, J. F. (1980). Range Development and Improvement, Brigham Young University Press, Provo, Utah. p: 357-358
- Van Dyke, N. J. and Anderson, P. M. (2000). Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890
- Yalçınkaya, M. Y. (2012). Değişik Meyve Posası Silajlarının Biyokimyasal Özellikleri. Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri*.

- Yan, Y., Li, X., Guan, H., Huang, L., Ma, X., Peng, Y., Li, Z., Nie, G., Zhou, J., Yang, W., Cai, Y. and Zhang, X. (2019). Microbial community and fermentation characteristic of Italian ryegrass silage prepared with corn stover and lactic acid bacteria. *Bioresource technology*, 279, 166-173.
- Yılmaz, Ş., Özel, A., Atak, M. ve Erayman, M. (2015). Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 39(1), 135-143.
- Yücel, C., Avcı, M., Kılıçalp, N. ve Akkaya, M. R. (2013). Lactobacillus buchneri ile silolanmış baklagil, buğdaygil ve karışımlarının silaj özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 11-18.
- Wang, S., Yuan, X., Dong, Z., Li, J. and Shao, T. (2017): Characteristics of isolated lactic acid bacteria and their effects on the silage quality. *Bioresour Technol*, 30, 819–827.
- Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Yaira, H., Azrieli, A. (1995). The effect of cellulase and hemicellulase plus pectinase on the aerobic stability and fiber analysis of peas and wheat silages. *Animal Feed Science and Technology*, 55, 287-293, 1995.
- Weissbach, F. (1996, September). New developments in crop conservation. In *Proceedings of the 11th International Silage Conference* (pp. 11-25). IGER..
- Whiter, A. G. and 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.
- Widyastuti, Y., Terada, F., Kajikawa, H. and Abe, A. (1987). Digestion of rice straw cell wall constituents in various rumen conditions. *Jpn Agric Res Quart*, 21, 59-64.
- Zafar, U., Malik, M. A., Muhammad, A., Ijaz, S. S. and Muhammad, R. (2015). Winter forage quality of oats (Avena sativa), barley (Hordeum vulgare) and vetch (Vicia sativa) in pure stand and cereal legume mixture. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 28(1), 1-10.
- Zielińska, K. J. and Fabiszewska, A. U. (2018). Improvement of the quality of maize grain silage by a synergistic action of selected lactobacilli strains. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(1), 1-8

ÖZ GEÇMİŞ

Zeki KILIN, Samsun İli Kavak İlçesi Çok Programlı Lisesi'ni bitirdikten sonra Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden 2012 yılında mezun oldu. 2020 yılında OMÜ LEE Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi. Mezuniyetinden bu yana Asarcık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde Veteriner Hekim olarak görev yapan Zeki KILIN, Temel ilgi alanları, spor ve yemek yapmaktır.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0002-6178-9151

Yayınlar

1. **Kılın, Z.** ve Selçuk, Z. (2023) Macar Fiğ-Yulaf Hasılı İçeren Kaba Yem Karışımının Nispi Yem Değerinin ve *In Vitro* Gerçek Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi. 5. *International Food, Agriculture And Veterinary Sciences Congress Bildiri Kitabı (Cilt-1) Kafkas University, Kars, Türkiye* 637-637