

**İKİNCİ ÜRÜN MISIR SİLAJINA FINDIK ZURUFU
İLAVESİNİN SİLAJ FERMANTASYONU, AEROBİK
STABİLİTE VE *İN VİTRO* GAZ ÜRETİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Ahmet OKUMUŞ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İKİNCİ ÜRÜN MISIR SİLAJINA FINDIK ZURUFU İLAVESİNİN SİLAJ
FERMANTASYONU, AEROBİK STABİLİTE VE *İN VİTRO* GAZ ÜRETİMİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ahmet OKUMUŞ
0000-0003-0356-2394

Doç. Dr. Ekin SUCU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2021

TEZ ONAYI

Ahmet OKUMUŞ tarafından hazırlanan “İkinci Ürün Mısır Silajına Fındık Zurufu İlavesinin Silaj Fermantasyonu, Aerobik Stabilitate ve *In Vitro* Gaz Üretimi Üzerine Etkileri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ekin SUCU

Başkan : Doç. Dr. Ekin SUCU

0000-0003-1470-2751

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı

Üye : Doç.Dr. Önder CANBOLAT

0000-0001-7139-1334

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof.Dr. Fisun KOÇ

0000-0002-5978-9232

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi,

Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı

İmza

İmza

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

11 / 02 / 2021

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

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

beyan ederim.

11 / 02 / 2021



Ahmet OKUMUŞ

ÖZET

Yüksek Lisans

İKİNCİ ÜRÜN MISIR SİLAJINA FINDIK ZURUFU İLAVESİNİN SİLAJ FERMANTASYONU, AEROBİK STABİLİTE VE *İN VİTRO* GAZ ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ahmet OKUMUŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ekin SUCU

Bu çalışma, mısır silajına fındık zurufu ilavesinin, fermantasyon, mikrobiyolojik yapı, aerobik stabilite ve hücre duvarı bileşenleri ile *in vitro* gaz üretimi ve parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla düzenlenmiştir.

Araştırmada ikinci ürün silajlık mısır (%26,61 kuru madde) kullanılmış olup, 2 cm boyutunda parçalanarak, daha önceden öğütülmüş fındık zurufuyla karıştırılmıştır. Elde edilen silaj karışımı 1,5 L'lik laboratuvar silolarına (Weck, Wehr-Oflingen, Germany) silolanmıştır. Katkı maddesi içermeyen kontrol silajları ile zuruf içeren silajlar olmak üzere toplamda 2 uygulama, 3 farklı açım dönemi (8., 21., 60. gün) ve 3 paralelden oluşan toplam 18 kavanoz silaj hazırlanmıştır. Tüm açım dönemlerinde silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Altmışıncı günde açılan silajlara beş gün süreyle aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Ayrıca, silajların *in vitro* gaz üretim değerleri ile *in vitro* besin maddeleri sindirilebilirlikleri saptanmış ve rumen sıvısında protozoa sayımı gerçekleştirilmiştir.

Fındık zurufu katkısı mısır silajının kuru madde, pH, ham kül, ham protein, ham sellüloz, nötr deterjanda çözünmeyen lif, asit deterjanda çözünmeyen lif ve asit deterjanda çözünmeyen lignin içeriklerini artırırken ($P<0,05$), hemisellüloz içeriğini düşürmüştür ($P<0,05$). Fındık zurufu katkısı silajlarda laktik asit, propiyonik asit, asetik asit ve bütrik asit içeriklerini düşürmüştür ($P<0,05$). Fındık zurufu katkısı silajlarda laktik asit bakteri (LAB) popülasyonunu artırırken, maya-küf popülasyonunu etkilememiştir ($P>0,05$). Fındık zurufu katkısı silajlarda aerobik stabiliteyi olumlu yönde etkilemiştir ($P<0,05$). Fındık zurufu mısır silajının, *in vitro* gaz üretim değerini, organik madde sindirimini, metabolik enerjisini, net enerji laktasyon değerlerini düşürmüştür ($P<0,05$), rumendeki protozoa sayısını ise artırmıştır ($P<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Fındık zurufu, mısır silajı, fermantasyon, aerobik stabilite, *in vitro* gaz üretimi, protozoa

2020, vii + 61 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS OF HAZELNUT HULL ON SILAGE FERMENTATION, AEROBIC STABILITY AND *IN VITRO* GAS PRODUCTION OF MAIZE SILAGE GROWN AS A SECOND CROP

Ahmet OKUMUŞ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ekin SUCU

This study was designed to determine the effects of hazelnut hull supplementation on fermentation, microbiological structure, aerobic stability, cell wall components, and *in vitro* rumen gas production parameters of maize silage.

In this study, the second crop maize was used as silage material (26,61% dry matter). It was chopped in 2 cm size and mixed with previously ground hazelnut hull. The mixture was ensiled in 1,5 L laboratory silos (Weck, Wehr-Oflingen, Germany). A total of 18 jars of silage, consisting of 2 treatments, 3 different opening periods (8th, 21st, 60th days of ensiling), and 3 parallels, were prepared as control silage without additives and silages containing hazelnut hull. Chemical and microbiological analyzes were carried out on the silages in all opening periods. The aerobic stability test was applied to the silages opened on the 60th day of ensiling for five days. Besides, the *in vitro* gas production values and *in vitro* nutrient digestibility of the silages were determined and protozoa count was performed in rumen fluid.


Inclusion of hazelnut hull increased the silage dry matter, pH, crude ash, crude protein, crude cellulose, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and acid detergent lignin contents ($P<0,05$) while reducing hemicellulose content in silages ($P<0,05$). Hazelnut hull additive reduced lactic acid, propionic acid, acetic acid and butyric acid contents in silages ($P<0,05$). The inclusion of hazelnut hull increased the lactobacilli population in the silages but it did not affect the yeast-mold population ($P>0,05$). The inclusion of hazelnut hull positively affected aerobic stability in silages ($P<0,05$). Hazelnut hull inclusion reduced *in vitro* gas production value, organic matter digestion, metabolic energy, net energy lactation values of corn silage ($P<0,05$) but increased the number of protozoa in the rumen ($P<0,05$).

Keywords: Hazelnut hull, corn silage, fermentation, aerobic stability, *in vitro* gas production, protozoa

2020, vii + 61 pages

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmam sűresince her tűrlű bilgi, destek ve emeęini esirgemeyen tez danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Ekin SUCU' ya, laboratuvar çalıŐmalarımda bana yardımcı olan Sayın Dr. Őęr. Őyesi Fűsun (AK) SONAT, Altan DENİZ, Doç. Dr. Őnder CANBOLAT ve tez jűrimde gűrev alan Prof. Dr. Fisun KOÇ'a teŐekkűr ederim. Ayrıca yűksek lisans eęitimim boyunca desteklerini esirgemeyen mesai arkadaşlarım, sevgili ailem ve deęerli eŐime teŐekkűrű bir borç bilirim.



Ahmet OKUMUŞ

11/02/2021

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Silaj ve zuruf materyali	18
3.1.2. Hayvan materyali	18
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Silajların hazırlanması.....	18
3.2.2. Silajların <i>in vitro</i> gaz üretim değerlerinin belirlenmesi	19
3.2.3. Silajların organik madde sindirilebilirliği, metabolik enerji ve net enerji laktasyon değerlerinin belirlenmesi.....	20
3.2.4. Kimyasal analizler.....	21
3.2.5. Mikrobiyolojik analizler.....	23
3.2.6. Aerobik stabilite testi	24
3.2.7. İstatistik analizleri	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
5. SONUÇ	46
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	61

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
cfu	Koloniform ünite
cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
Lt	Litre
M	Metre
m ³	Metreküp
mg	Miligram
MJ	Mega joule
ml	Mililitre
nm	Nano metre
p	Olasılık
sn	Saniye

Kısaltmalar	Açıklama
AA	Asetik Asit
ADF	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BA	Bütrik Asit
BBHB	Büyükbaş Hayvan Birimi
BOD	Biyolojik oksijen ihtiyacı, biochemical oxygen demand
CO ₂	Karbondioksit, Carbondioxide
HK	Ham Kül
HSEL	Hemisellüloz
HP	Ham Protein
HS	Ham Sellüloz
HY	Ham Yağ
İVOMS	<i>In vitro</i> organik madde sindirimi
KM	Kuru Madde
LAB	Laktik Asit Bakterisi, Lactic Acid Bacteria
ME	Metabolik Enerji
NDF	Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif
OM	Organik Madde
OMSD	Organik madde sindirim derecesi
PA	Propiyonik Asit
SH	Standart Hata
SÇK	Suda Çözünebilir Karbonhidratlar

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Silolamanın farklı dönemlerinde oksijen, pH değeri ve mikrobiyal popülasyonlarda meydana gelen değişimler	4
Şekil 4.1. Silajların rumende zamana bağlı <i>in vitro</i> gaz üretim değerleri (ml).....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye'deki silajlık mısır üretimi. (Anonim 2020a)	1
Çizelge 2.1. Birinci ve ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır çeşitlerinin kuru madde içerikleri	7
Çizelge 2.2. Silolamada kullanılan katkı maddelerinin sınıflandırılması	9
Çizelge 2.3. Dünya fındık üretimi, ton (Anonim 2020c)	11
Çizelge 2.4. Türkiye'de fındık üretimi, ton (Anonim 2020d)	12
Çizelge 4.1. Taze mısır ve fındık zurufunun kimyasal bileşimi	26
Çizelge 4.2. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi	28
Çizelge 4.3. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların pH, organik asit ve etanol konsantrasyonları üzerine etkisi	34
Çizelge 4.4. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların mikrobiyal yapısı üzerine etkisi	39
Çizelge 4.5. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların aerobik stabilitesi üzerine etkisi	40
Çizelge 4.6. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların <i>in vitro</i> gaz üretimi (ml), organik madde sindirimi (OMS, %), metabolik enerji (ME, MJ/kg KM) ve net enerji laktasyon düzeyleri (NEL, MJ/kg KM) ile protozoa sayıları (cfu/g) üzerine etkisi	42
Çizelge 4.7. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların <i>in vitro</i> gaz üretim parametreleri üzerine etkisi	44

1. GİRİŞ

Dünyada silaj üretiminde en fazla kullanılan tahıl bitkisi mısırdır (Borreani ve ark. 2018). Mısırın silaj yapılma özellikleri bakımından en uygun bitkilerin başında olmasının nedenleri arasında oransal olarak kuru madde (KM) içeriğinin yüksek olması, tampon kapasitesinin düşük olması ve laktik asit fermantasyonu için gerekli yeterli düzeyde suda çözünebilir karbonhidratları içermesidir (McDonald ve ark. 1991). Türkiye’de 2019 yılı itibariyle yaklaşık 25,5 milyon ton silajlık mısır üretilmiş ve bunun yaklaşık %40’ını ikinci ürün olarak ekilen mısır bitkisi oluşturmuştur (Çizelge 1.1, Anonim 2020a,b).

Çizelge 1.1.Türkiye’deki silajlık mısır üretimi. (Anonim 2020a)

Yıllar	Birinci ürün olarak üretilen silajlık mısır (ton)	İkinci ürün olarak üretilen silajlık mısır (ton)	Üretilen mısır silajı (ton)
2015	12 023 683	7 660 916	19 684 599
2016	12 459 671	7 679 362	20 139 033
2017	13 412 552	8 200 549	21 613 101
2018	14 367 085	8 830 451	23 197 536
2019	15 396 143	10 103 727	25 499 870

İkinci ürün olarak yetiştirilecek mısırın ekim zamanı bölgeye ve ana ürünün tarladan kalkma zamanına göre değişmektedir. Bursa koşullarında genellikle mısır bitkisi buğday hasadından hemen sonra Temmuz ayında ekilmektedir (Öztürk 2019). Kaliteli bir silaj için silolanacak ürün; fermantasyona izin verecek kadar nemli, silo suyu üretmeyecek kadar kuru olduğu dönemde hasat edilmelidir. İkinci ürün olarak ekilen silajlık mısır için hasat zamanı yağışların arttığı Ekim ayına denk gelmesi nedeniyle silaj için optimal olan %30-35 oranındaki KM’ ye ulaşmakta zorluk çekilmektedir (Khorvash ve ark.2006, Ranjbari ve ark. 2007). Bu durumda, düşük KM’li üründen silaj yapılmakta, bunun sonucu olarak ta silo suyu çıkışında artış gözlenmekte, silajın besin değerinde azalma meydana gelmekte, aerobik stabilitesi düşük silaj üretimi sorunu oluşmakta, artan silo suyu çevre kirliliğine yol açmaktadır (Gebrehanna ve ark. 2014). Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için silo suyu çıkışını azaltmak veya engellemek

için stratejiler geliştirmek gereklidir (Barmaki ve ark. 2018). Bu stratejiler arasında, hasat zamanını iyi belirlemek, soldurma uygulamak ya da su emme özelliğine sahip katkı maddesi kullanmaktır (McDonald ve ark. 1991). İkinci ürün mısırı uygun bir KM'de hasat etmek daha önceden belirtildiği gibi çevre şartları nedeniyle oldukça zordur. Mısır bitkisi soldurmaya elverişli bir bitki olmadığından, silajı yapılacak olan düşük KM'li mısıra su emme özelliğine sahip katkı maddelerinin (absorbant) karıştırılması sayılan stratejiler arasında öne çıkmaktadır (Muck ve ark. 2018).

Absorbantlar, su oranı yüksek bitkilerin silolanmasında kullanılan, su emme özelliğine sahip ve silaj materyalinin KM' sini artıran ürünler olarak tanımlanır (McDonald ve ark. 1991). Bu amaçla kullanılan absorbantlar arasında; çeşitli tahıl samanları, buğday kepeği, soya kepeği gevreyi, kuru çayır otu, kuru yonca otu, baklagil sapları, soya fasülyesi kabuğu, tahıllar, kurutulmuş şeker pancarı posası, bentonit, zeolit, peynir altı suyu tozu, kurutulmuş melas, gazete kâğıdı ya da atık kağıtlar sayılabilir (McDonald ve ark. 1991, Jones ve Jones 1996, Khorvash ve ark. 2006, Barmaki ve ark. 2018).

Bu absorbant maddelere ek olarak fındık zurufuda kullanılacak önemli bir kaynak olarak sayılabilir. Fındık sert kabuklu meyveler içerisinde bademden sonra dünyada en çok yetiştiriciliği yapılan bitkidir (Anonim 2017). Taksonomide ki yeri *Fagales* takımının *Betulaceae* familyasının *Coryleae* alt familyasının, *Corylus* cinsi altında yer alır. Kültürü yapılan türler, *Corylus avellane* L. (Adi fındık), *Corylus colurna* L. (Türk fındığı) ve *Corylus maxima mill.* (Lambert fındığı)'dir (Anonim 2017). 2018 yılında dünyada 864 bin ton fındık üretilmiş ve üretimin %60 ve %15'ini sırasıyla Türkiye ve İtalya gerçekleştirmiştir (Anonim 2020b). 2019 yılında ise ülkemizde 776 bin ton kabuklu fındık üretimi gerçekleşmiştir (Anonim 2020c). Fındık zurufu, fındığın sert kabuğunu dıştan saran yüksek kuru maddeye sahip, lifli yapıda karbonhidratlar (selüloz ve hemiselüloz) ve ligninden oluşan bir yan üründür (Özay ve ark. 2011). Elde edilen kabuklu fındık miktarının 1/3'ü kadar zuruf açığa çıkmaktadır (Dok 2014). Buna göre 2019 yılı verileri temel alındığında Türkiye'de yaklaşık olarak 260 bin ton zuruf elde edildiği söylenebilir.

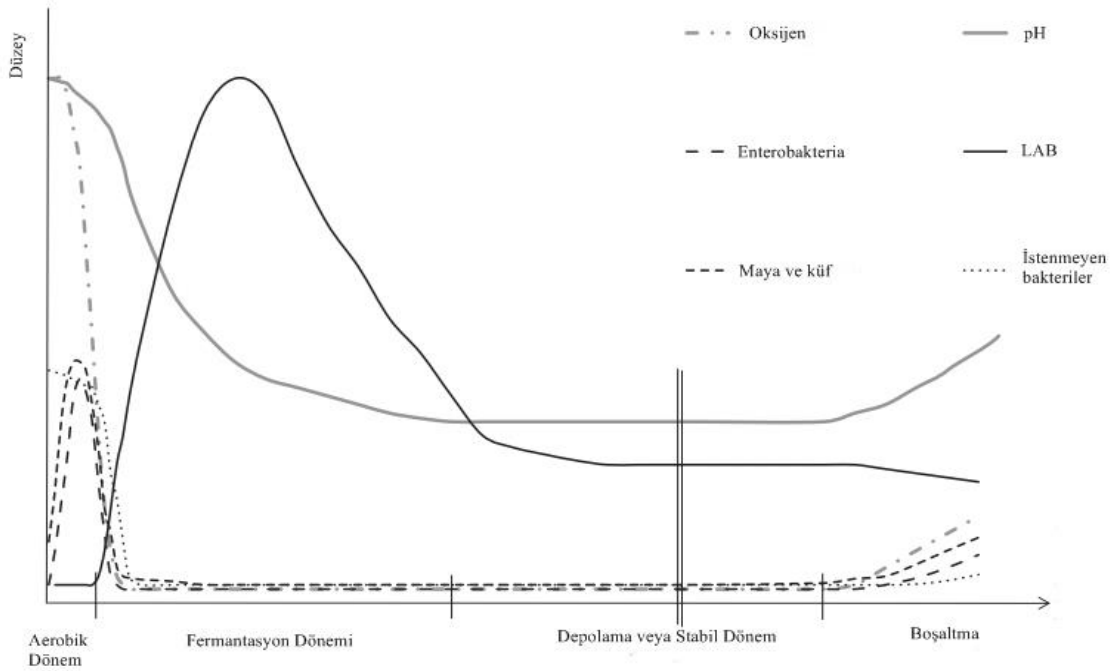
Türkiye’de zuruf; gübre, yakıt ve hayvancılıkta altlık materyali olarak değerlendirilmektedir (Özcan 2017). Zurufufla ilgili yapılan akedemik çalışmalar, bitki besleme, kompost yapımı, kimyasal filtre malzemesi ve yakıt olarak değerlendirilmesi konularında yoğunlaşmıştır (Zeytin ve Baran 2003, Özenç 2013, Oğuzkan ve ark. 2016, Oğuzkan ve ark. 2017, İmamoğlu ve ark. 2018, Şenol 2020). Hayvancılık alanında zuruf broiler altlığı olarak denenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Sarica ve Çam 2000). Hayvan besleme alanında Özcan (2017) çeşitli katkı maddeleri ile öğütölmüş findık zurufunu peletlemiş ve *in vitro* gerçek sindirilebilirlik özelliklerini belirlemişlerdir. Çetinkaya ve Kuleyin (2016) ise findık iç kabuğunun ruminantlar için alternatif bir yem kaynağı olup olmayacağını incelemiştir. Bu araştırmalar dışında findık zurufu ile ilgili çok fazla çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışma; ikinci ürün mısır silajına KM içeriğı yüksek findık zurufu ilavesinin silaj fermantasyonu, mikrobiyal yapı, aerobik sitabilite, hücre duvarı bileşenleri ve *in vitro* gaz üretim parametrelerini nasıl etkileyeceğini belirlemek için planlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Silaj, laktik asit bakterileri (LAB) tarafından silo ortamındaki şekerlerin laktik asite (LA) fermantasyonu sonucu pH'nın düşmesi temeline dayanan bir yem saklama yöntemidir (McDonald ve ark 1991). Silaj yapımında kullanılan en yaygın bitki, yüksek enerji ve suda eriyebilir karbonhidrat içermesi, düşük lif içeriği ile birim alan da yüksek KM verimi nedeniyle mısırdır (Rabelo ve ark. 2015). Türkiye'de de silajlık ürün olarak yetiştirilen ürünlerin başında mısır gelmektedir (Anonim 2020a).

Silaj yapımı, mahsulün silolama için en uygun olgunluk döneminde hasat edilmesiyle başlar, parçalama, siloya taşıma, sıkıştırma, hava almayacak şekilde kapatma, depolama ve hayvan beslemek üzere açılarak kullanım adımlarıyla tamamlanır. Biyokimyasal ve mikrobiyolojik olaylar bakımından sözü edilen adımlar aerobik, fermantasyon, depolama ve açma veya kullanma dönemi olarak dört döneme ayrılır (Ashbell ve Weinberg 2006). Bu durum Şekil 2.1'de özetlenmiştir.



Şekil 2.1. Silolamanın farklı dönemlerinde oksijen, pH değeri ve mikrobiyal popülasyonlarda meydana gelen değişimler (Pitt ve ark. (1985)'den uyarlanmıştır)

Silolamanın ilk dönemi olan aerobik dönemde, canlı bitki hücreleri enzimatik aktivitelerini artırarak solunuma başlar. Solunuma başlayan hücreler ile aerobik mikroorganizmalar silaj içerisindeki oksijen ile glikoz ve fruktoz gibi karbonhidratları kullanarak karbondioksit, su ve ısı açığa çıkarırlar (Shao ve ark. 2005). Silolamada aerobik dönemin kısa olması arzu edilir. Uzun süren aerobik dönem, silaj fermantasyonu için gerekli olan karbonhidratların tükenmesine, yüksek KM kayıplarına, küf popülasyonunda artışa, mikotoksin üretimine ve yüksek silaj sıcaklıklarına neden olarak silajın sindirilebilirliğini düşürecek olan Maillard ve Browning reaksiyonlarına yol açar (Filya 2014). Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için silolanacak ürünün en kısa zamanda siloya getirilerek, iyice sıkıştırılması ve hava almayacak şekilde kapatılması gerekmektedir (Ondarza 2000). Silo ortamında oksijenin azalmasıyla taze mısır materyalinde doğal olarak bulunan anaerobik olan bakteriler, *Pseudomonas syringae*, *Lactobacillus buchneri*, *Rahnella aquatilis* ve *Lactobacillus casei* heterolaktik fermantasyon gerçekleştirerek pH'ı düşürürler (Holzer ve ark. 2003, Li ve Nishino 2011).

Silo içerisindeki oksijenin tükenmesiyle başlayan ikinci dönem fermantasyon dönemi olarak bilinir. Bu dönemde silolanan materyalin hücre suları serbest hale geçerek mikroorganizmalar için besin kaynağı olurken, bitki bünyesindeki enzimlerde polisakaritleri parçalayarak LAB'nin kullanabileceği forma getirir (Ondarza 2000, Filya 2014). Siloda asidik ve anerobik bir ortamın oluşmasıyla LAB popülasyonu büyüyerek çoğalır ve suda çözünen karbonhidratları kullanarak laktik asit (LA) ve bir miktar asetik asit (AA) üreterek silaj pH'sındaki düşüşü hızlandırır (Holzer ve ark. 2003). Laktik asit bakterileri (LAB) suda çözünebilen karbonhidratları (SÇK) kullanarak ürettikleri son ürüne göre, mutlak homofermantatifler ve mutlak heterofermantatifler olmak üzere 2'ye ayrılırlar. Mutlak homofermantatif LAB'leri laktik asit üretirken, mutlak heterofermantatif LAB'lar laktik asitle birlikte asetik asit'de üretirler. Silajların korunmasında LAB'ların ürettiği organik asitlerin yanından diğer mikroorganizmaların faaliyetini kısıtlayan hidrojen peroksit, reuterin, diasetil, antifungal peptitler, aseton ve bakteriyosinler gibi metabolitlerinde etkisi vardır (Messi ve ark. 2001). Kontamine materyal kullanılması ve aerobik dönemi uzatacak

uygulamalar, yavaş bir pH düşüşü ile silajda istenmeyen mikroflora olan *clostridia*, küf ve mayaların faaliyet göstermesine sebep olur (Driehuis ve Oude Elferink 2000).

Ortamdaki oksijenin tamamen tükendiği (anaerobik) ve pH'ın yeterince düştüğü, silo içerisinde kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan çok az değişikliğin olduğu ve silonun açılmasına kadar süren dönem depolama veya stabil dönem olarak adlandırılır. Genellikle birkaç ay süren bu dönemde LAB ve diğer canlı mikroorganizmaların sayısı zamanla azalır. *L.buchneri* gibi özel türler düşük yoğunluklarına karşın aktif olmaya devam edebilirler (Driehuis ve ark. 1999). Aside karşı toleranslı olan maya ve bütrik asit bakterileri gibi mikroorganizmalar inaktif durumda veya spor şeklinde siloda varlığını sürdürebilir (Visses ve ark. 2006, Storm ve ark. 2010).

Silajın hayvanlara yedirilmek üzere açılarak kullanılmaya başlandığı dönem silonun dördüncü ve son dönemi olan açma veya kullanma dönemi olarak adlandırılır (Filya 2014). Bu periyotta oksijenin silaja giriş yoğunluğu; silajın sıkıştırılma oranı, havayla temas eden yüzey alanı ve kullanma hızına bağlı olarak değişir. Bu nedenle silo açıldıktan sonra silajın hava ile temasını en aza indirecek yönetimlerin uygulanması önemlidir (Ondarza 2000). Silajın oksijene maruz kalması, maya ve küfler gibi aerobik mikroorganizmaların sayılarını artırarak sindirilebilir besin maddelerinin parçalanmasına ve pH'da yükselişe neden olur (Driehuis ve Oude Elferink 2000).

Silolamada karşılaşılan başlıca hatalar; kalitesiz veya olgunlaşmamış materyalin kullanılması, anaerobik koşulların yeterince hızlı sağlanamaması, patojenik ve *clostridial* mikroorganizmaların çoğalmasının yeterince önüne geçilememesinden kaynaklanır (Duniere ve ark. 2013). Yüksek nem içeriğine sahip bitkilerden üretilen silajlar, yüksek KM içeriğine sahip bitkilere kıyasla daha fazla sindirilebilirlik gösterir. Diğer yandan, bu silajlar, *clostridial* fermantasyona ve silo suyu çıkışı nedeniyle daha fazla KM kaybının yanında düşük aerobik stabiliteye neden olurlar (Jensen ve ark. 2005, Bal 2006, Hu ve ark. 2009, Rabelo ve ark. 2012,). Bu nedenle fermantasyona izin verecek kadar nemli gerekli sıkışmayı sağlayacak ve silo suyu çıkışını önleyecek düzeyde KM'ye sahip ürünlerle silaj yapmak çok önemlidir. İyi kalitede bir silaj elde etmek için mısır bitkisinin KM miktarı; McDonald ve ark. (1991)'e göre %26-30, Bal

ve ark. (1996) ile Phipps ve ark.(2000)'na göre %30-35, Basmacıoğlu ve Ergül (2002)'e göre %25-35, Mohd-Setapar ve ark. (2012)'na göre %25-40 olması gerektiği bildirilmiştir.

Mısırın nem içeriği olgunlaşma dönemiyle ters orantılıdır (Bal ve ark. 1996). Yaz aylarında özellikle Temmuz ayında ikinci ürün olarak ekilen silajlık mısırın olgunlaşma periyodunun bir kısmı yağış mevsimlerine denk geldiği için üreticiler tarafından iklimin getireceği diğer hava olaylarından (dolu, don vb.) kaçındıkları için düşük KM'de hasat yapılabilmektedir. (Khorvash ve ark. 2006, Ranjbari ve ark. 2007, Kaya ve Polat 2010). Farklı mısır çeşitlerinin 1. ve 2. ürün olarak yetiştirilmesinin KM üzerindeki etkisi ise Çizelge 2.1'de verilmiştir. Çizelge de görüldüğü gibi, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan silajlık mısır çeşitleri 2. ürün olarak yetiştirildiğinde hasat dönemindeki KM içerikleri 17.60-20.37 arasında değişmiştir. Kuru madde (KM) düzeyinin bu denli düşük olması halinde silaj suyunun fazlaca üretilebileceğini söylemek mümkündür (McDonald ve ark. 1991).

Çizelge 2.1. Birinci ve ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır çeşitlerinin kuru madde içerikleri

		Cargil-955	Pioneer-3167	Ada-9510	Ada-9516	Ada-523
1. Ürün	KM %	32,56	29,09	28,84	30,30	34,12
	KM %	18,51	20,37	16,87	23,56	17,60

(Kaya ve Polat (2010)'dan uyarlanmıştır)

Silaj suyu miktarı üzerine etkili olan etmenler arasında; silajlık materyalin KM düzeyi, silo tipi, silajlık materyalin sıkıştırılma derecesi ve ürünün silolanmadan önce geçirdiği işlemler olarak sıralanabilir. Su oranı yüksek ürünlerdeki KM kaybı %10'u geçebilmektedir. Silo suyu sindirilme derecesi yüksek olan eriyebilir karbonhidratlar, organik asitler, mineral maddeler ve eriyebilir nitrojenli bileşikler bakımından zengindirler. Bu durum silajlık materyalden sindirilebilir besin maddelerinin kayıplarının da bir göstergesidir. Silaj suyu aerobik mikroorganizmaların çoğalması için uygun bir ortam oluşturmaktadır. Nitekim bu organizmalar silaj suyundaki erimiş

oksijeni atmosferden gelen oksijene göre daha hızlı tüketirler. Böylece silaj suyundaki oksijen azalması biyolojik oksijen gereksimini artırmaktadır (McDonald ve ark. 1991, Khorvash ve ark. 2006, Filya 2014).

Kirlilik potansiyeli en yüksek atıklardan bir tanesi silo suyu olarak görülmektedir. Kirlilik potansiyelinin ortak bir ölçüsü biyolojik oksijen talebidir (BOD). Basitçe ifade etmek gerekirse; BOD, ürünü parçalamak için gerekli oksijen miktarıdır. Silo suyunun biyolojik oksijen ihtiyacı litre başına yaklaşık 50 000 mg oksijenken evrensel bir atık olan kanalizasyonun biyolojik oksijen talebi yaklaşık 500 mg'dır. Silo suyu, kanalizasyon suyundan 100 kat daha güçlü bir atıktır. Örnek vermek gerekirse bir litre silo suyu 10 000 litre tatlı suyun oksijen içeriğini balıkların hayatta kalması açısından kritik bir seviyeye düşürebilir (Tyson 2014). Bu sebeplerle yeraltı ve yer üstü su kaynakları için kirlenici özelliindedir (Gebrehanna ve ark. 2014). Bu nedenle, bazı ülkelerde silo suyunun muhafazası ve bertarafı için yasal düzenlemeler getirilmiştir. Nitekim, Kuzey İrlanda Çevre Bakanlığı'nın 2003 tarih ve 319 numaralı Kirlilik Kontrolü (silaj ve tarımsal yağ atıkları) Yönetmeliği, İskoçya Bakanlığı 2001 tarih ve 206 sayılı Kirlilik Kontrolü (Silaj atığı ve Tarımsal Petrol) Yönetmeliği, İngiltere Çevre Bakanlığı'nın 1997 Tarih ve 547 sayılı Kirlilik Kontrolü (Silaj, Bulamaç ve Tarımsal Akaryakıt) Yönetmeliği sayılabilir. Ayrıca, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Wisconsin eyaletinde 1000 baş ve üzeri sığır çiftliklerin silo suyunu yönetecek bir atık deşarj ve filtre sistemi kurma zorunluluğu vardır. Benzer şekilde, ABD'nin Minnesota eyaletinde 1000 tondan fazla mısır silajı yapan üreticiler izne tabidir (MPCA 2012). Türkiye'de ise henüz bu konuyla ilgili bir yasal düzenleme yapılmamıştır.

Bu denli çevre kirliliği yaratan, silolanan üründe besin kaybı ile düşük fermantasyona neden olan silo suyunu önlemek için en ekonomik ve kolay yöntem, uygun dönemde hasat etmek veya soldurma uygulamaktır (Gebrehanna ve ark. 2014). Ancak mısır gibi yüksek yapılı bir bitkide soldurma uygulaması yapılamadığından, uygun dönemde hasat son derece önemlidir. Türkiye'de yaz aylarında ekilen ve sonbaharda biçilen ikinci ürün silajlık mısırın mevsim koşullarından dolayı uygun olgunlukta hasat edilmesi güçleşmektedir. Bu noktada devreye ürünü silolarken çeşitli katkı maddelerinin kullanımını girmektedir (Jones ve Jones 1996, Oladosu 2016, Muck ve ark. 2018).

Silolamada kullanılan katkı maddeleri etki mekanizmalarına göre sınıflandırılarak Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Silolamada kullanılan katkı maddelerinin sınıflandırılması

Silaj Katkı Maddeleri							
Fermantasyon Uyarıcıları			Fermantasyon Engelleyicileri		Aerobik		
Bakteriyal Kültürler	Karbohidrat Kaynakları	Enzimler	Asitler ve Tuzları	Diğerleri	Bozulma Engelleyicileri	Besin Maddeleri	Absorbantlar
LAB	Glikoz	Selüloz	Mineral asitler	Formaldehit	LAB Propiyonik asit	Üre	Saman
	Sakkaroz	Amilaz	Formik asit	Paraformaldehit	Kaproik asit	Amonyak	Kepek
	Melas	Hemiselüloz	Asetik asit	Glutaraldehit	Sorbik asit	Biüret	Kuru çayır otu
	Tahıllar	Pektinaz	Laktik asit	Sodyum nitrit	Primarisin	Mineraller	Kuru baklagil sapları
	Peynir suyu	Proteazlar	Benzoil asit	Sülfür dioksit	Amonyak		SF kabuğu
	Pancar posası		Akrilik asit	Sodyum metasülfid			Kuru şeker pancarı posası
	Turuncgil posası		Glikolik asit	Sodyum klor			Bentonit
			Sülfamik asit	Antibiyotikler			Zeolit
			Sitrik asit	Karbondioksit			Peynir altı suyu tozu
			Sorbik asit	Karbon bisülfid			Polimerler
				Hezametilen teramin			
				Bronopol			
				Sodyum hidroksit			

Silaj katkı maddeleri, silajın besin madde bileşimini iyileştirmek, hızlı bir fermantasyon sağlayarak besin madde kayıplarını azaltmak, hijyenik riskleri az ve aerobik stabilitesi yüksek silajlar elde etmek için kullanılan doğal veya kimyasal maddelerdir (Yitbarek ve Tamir 2014). Silaj katkı maddeleri güvenli bir şekilde kullanılmalı ve silolamada sağlayacağı fayda, maliyetinden daha fazla olmalıdır (Merensalmi ve Virkki 1991). Silaj katkı maddelerinin potansiyel kullanımını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin başında; silolanan materyalin kimyasal ve biyolojik yapısı, materyelin uygun

bir KM’de hasat edilip edilmediği, parçalama boyutu, sıkıştırmanın yeteri kadar yapıp yapılmadığı, silonun aerobik dönem uzunluğu, silolama esnasında ve sonrasında stabil bir anerobik ortamın sağlanması ve silonun fermantasyon sonrası açılarak kullanılmaya başlandığı dönemde oksijenle temas edecek yüzey alanının genişliği ile günlük tüketilen silaj miktarı gelmektedir (Filya 2014). Tüm faktörler değerlendirilerek, silolama uygun koşullar altında gerçekleşmezse katkı maddelerinden beklenen yararlar sağlamaz (Filya 2014, Yitbarek ve Tamir 2014).

Silaj katkı maddelerinden absorbantlar, düşük KM’li ürünlerle beraber silolanarak silajın KM içeriğini artıran ve silaj bünyesinde oluşan fazla suyu emerek silaj suyu çıkışını engelleyen katkı maddeleridir. Silajda kullanılan absorbantlar arasında; tahıllar, samanlar, kuru otlar, soya fasülyesi kabuğu, kuru şeker pancarı posası, bentonit, çeşitli polimerler ve gazete kâğıdı gibi yüksek KM’li katkı maddeleri sayılabilir (Jones ve Jones 1996, Filya 2014). Absorbant olarak kullanılan ürünlerin lif içeriği ile emiciliği arasında doğru orantı bulunmaktadır (Jones ve Jones 1996). Atık suyla beraber besin maddesi ve enerji kaybının yanında potansiyel çevre kirliliğini de önleyen absorbantların bazıları aynı zamanda sindirilebilirliği ve yem tüketimini etkileyebilir (Khorvash ve ark. 2006). Saman, kuru ot veya gazete gibi yüksek lifli malzemelerle bentonit gibi yüksek mineral içeriğine sahip malzemeler, oldukça emici olsa da, yemin besleyiciliğini düşürebilir (Jones ve Jones 1996). Absorbantlar soldurulması mümkün olmayan ve KM içeriği silolama için düşük olan ürünlerde kullanılabilecek bir katkı maddesidir (Filya 2014). Dolısıyla daha önceden de belirtildiği gibi ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır için kullanılması önerilebilecek bir uygulamadır (Khorvash ve ark. 2006). Absorbant olarak kullanılacak ürünün NDF oranı ile su tutma kapasitesi arasında pozitif bir korelasyon vardır (Razak ve ark. 2012). Fındık zurufu KM, HS, ADF ve NDF içeriği yüksek bir üründür (Özcan 2017). Dolısıyla fındık zurufu kimyasal özellikleri nedeniyle 2’inci ürün silajlık mısırın hasat edildiği dönemde düşük olan KM’sini ideal KM oranına taşıyacak potansiyel bir katkı maddesi olabilir.

Fındık palamutgillerden, kuzey yarımkürenin ılık yerlerinde ve ülkemizin en çok Doğu Karadeniz Bölgesinde yetişen bir ağaççık ve bunun sert kabuk içinde bulunan yağlı, nişastalı ürünü olarak tanımlanabilir. Dünya fındık üretimi Çizelge 2.3’de verilmiştir.

2018 yılında Dünyada toplam 864 bin ton fındık üretilmiştir. Dünya fındık üretiminin %70'i Türkiye'de gerçekleşmektedir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Dünya fındık üretimi, ton (Anonim 2020c)

Ülkeler	2014	2015	2016	2017	2018
ABD	32 659	28 123	39 916	29 030	46 270
Azerbaycan	30 039	32 260	34 271	45 530	52 067
Belarus	1 300	1 308	1 314	1 286	1 275
Bulgaristan	165	361	223	313	393
Çin	23 743	25 696	24 146	24 528	24 790
Ermenistan	142	529	352	448	342
Fransa	11 053	8 900	12 638	11 111	14 988
Gürcistan	33 800	35 300	29 500	21 400	17 000
Hırvatistan	908	1 505	1 259	1 534	1 753
İran	10 098	16 761	16 443	15 700	15 839
İspanya	13 542	11 423	9 510	10 487	8 033
İtalya	75 456	101 643	120 572	131 281	132 699
Kırgızistan	4 216	4 485	4 240	4 314	4 346
Özbekistan	3 400	4 000	3 500	3 633	3 711
Polonya	5 531	5 422	5 526	4 635	6 642
Portekiz	352	360	321	307	240
Romanya	194	422	602	439	1 036
Sırbistan		4 151	4 142	4 196	5 428
Şili	6 012	6 039	8 946	9 036	9 019
Tacikistan	1 000	982	986	998	997
Türkiye	450 000	646 000	420 000	675 000	515 000
Yunanistan	479	486	465	480	810
TOPLAM	705 198	937 278	739 948	996 713	863 888

Türkiye'de fındığın birinci derecede yetiştirildiği yerler, Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesindeki Giresun, Trabzon, Ordu ve Samsun illeridir. İkinci derecede fındık üretim yerleri ise, Batı Karadeniz Bölgesindeki Sinop, Zonguldak, Bartın, Sakarya, Düzce, Bolu ve Marmara Bölgesindeki İzmit illeridir (Çizelge 2.4). Bitkiler dünyasında fındık, *fagales* takımı, *betulacae* familyası, *corylus* cinsindedir. *Corylus* cinsi bitkiler kışın yapraklarını döker, çiçekleri tek evcikliktir. Püskül denilen erkek çiçekler kış aylarında, karanfil denilen dişi çiçekler ise daha geç, ilkbahar başlarında olgunlaşır, dölleme ilkbaharda gerçekleşir (Solmaz 2017).

Çizelge 2.4. Türkiye'de fındık üretimi, ton (Anonim 2020d)

<i>Şehirler</i>	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Artvin</i>	6 314	5 022	4 149	5 789	5 297
<i>Bartın</i>	6 765	7 153	5 972	3 072	6 046
<i>Bolu</i>	366	228	225	1 108	1 333
<i>Düzce</i>	69 344	54 493	74 350	52 686	85 688
<i>Giresun</i>	105 023	37 591	93 339	46 395	84 766
<i>Kastamonu</i>	5 213	5 769	6 210	6 226	7 918
<i>Kocaeli</i>	7 530	7 033	11 898	12 509	13 395
<i>Ordu</i>	200 938	93 030	213 572	180 397	217 226
<i>Rize</i>	1 303	881	1 331	1 710	2 910
<i>Sakarya</i>	82 708	77 279	88 840	78 300	102 123
<i>Samsun</i>	90 857	67 855	96 240	66 363	137 841
<i>Sinop</i>	1 175	1 080	1 118	808	2 125
<i>Tokat</i>	3 511	1 921	1 869	2 342	2 627
<i>Trabzon</i>	39 126	28 978	41 594	34 271	53 946
<i>Zonguldak</i>	22 572	28 428	30 932	18 533	45 025
<i>İstanbul</i>	993	830	791	2622	4 942

Fındık meyvesi, zuruf veya kapsul denilen bir yeşil kabuk içerisinde sert kabuklu bir meyvedir. Zuruf lu meyveler tekli, ikili, üçlü veya daha fazla sayıda bir arada bulunabilirler (Solmaz 2017). Bu yapılar a çotanak veya kumuş adı verilir. Önce yeşil olan fındık daha sonra kahverengine döner. Fındık meyvesi olgunlaştıkça, meyveyi saran zurufun ağzı genişler ve meyve zuruftan ayrılır. Kabuklu fındığın zuruftan ayrılması işle mi fındık tarımının bir aşamasıdır. Fındık hasat zamanı bahçelerin bulunduğu rakıma göre de ğişiklik gösterir; 0-250 m arası rakım Temmuz sonu, 251-500 m arası rakım Ağustos başı ve 500 m'den yüksek rakım da bulunan bahçelerin hasadına Ağustos ortasında başlanır (Anonim 2018). Dalından veya daha geç hasatlarda yerden toplanan zuruf lu fındıklar uygun harmanlara getirilerek patoz işleme kadar düzgün bir yüzeye ince tabakalar halinde serilir, daha sonra patoz adı verilen makinalarla zuruflarından ayrılan kabuklu fındıklar güneşte kurutulmaya devam edilir (Solmaz 2017). Bu patoz işle minden sonra Dok (2014)'unda bildirdi ği üzere elde edilen kabuklu fındığın 1/3'ü kadar fındık zurufu açığa çıkar. Bu denli yüksek miktarda olan üretim artı ğı üreticiler tarafından verimli bir şekilde de ğerlendirilememektedir. Halbuki Cruz ve ark. (2013)'ün bildirdi ği gibi hayvancılıkta tarımsal atıkların kullanılması, işletme

maliyetlerin %70'ini oluşturan yemin daha ucuza mal edilmesinin yanında kullanılmadığı takdirde çevre kirliliğine neden olacak bu atıkların bertaraf edilmesini de sağlar. Buna ek olarak tarımsal atıkları silaj katkı maddesi olarak kullanmak silajın fermantasyon özelliklerini iyileştirmekle beraber mevcut silaj materyalinin kalitesini ve miktarını artırmak amacıyla da kullanılabilir (Ferreira ve ark. 2009). Ancak silaja ilave edilecek katkı maddesinin silaj fermantasyonuna, aerobik stabiliteye ve hayvanların verim performansına etkisinin daha önceden belirlenmesi gerekmektedir (Bonaldi 2007). Bu amaçla yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir;

Barmaki ve ark. (2018) yonca samanının kullanımının mısır silajının silo suyu çıkışı, fermantasyon kalitesi ve koyunlarda yem tüketimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada muameleler sırasıyla; kontrol grubu (yonca samanı içermeyen), 50 g/kg yonca samanı içeren ve 100 g/kg yonca samanı içeren olmak üzere 3 gruptan oluşmuştur. Yonca samanının kullanım oranı arttıkça silajların KM, ham kül (HK), ham protein (HP) ve pH'sı doğrusal olarak artmış, AA ve etanol konsantrasyonları doğrusal olarak azalmıştır ($P<0,05$). Silo suyu çıkışı, kontrol grubunda 33 ml/kg'dan saman katkılı (100 g/kg) grupta 0,8 ml/kg'a kadar düşmüştür. Yonca samanı ilavesi, koyunlarda organik madde ve lif tüketimini doğrusal olarak artırmış, ancak yonca samanı, sindirimi doğrusal olarak azaltmıştır ($P<0,05$). Yonca samanı ilavesi fermantasyon parametrelerini geliştirmiş ve aerobik stabilite üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadan mısır silajı tüketimini artırmıştır.

Denek ve ark. (2017)'nin mısır silajına kuru antepfıstığı yan ürününü ilave ettikleri araştırmada; fermantasyon kalitesi, silajın besleme değeri ve *in vitro* rumen metan gazı üretimini incelemişlerdir. Kuru antepfıstığı yan ürününü KM'de %2, %4, %6, %8 ve %10 oranlarında kullanmışlardır. Araştırmacılar, mısır silajında antep fıstığı yan ürünü kullanım oranının artmasına bağlı; silajların KM, HK, HP ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ile propiyonik asit (PA) içeriğinin artırdığını ($P<0,05$), ancak nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) içeriğinin ise düştüğünü bildirmişlerdir ($P<0,05$). Bütün muamele gruplarında, *in vitro* organik madde sindirimi (OMS) (% 61,62) ve metabolik enerji (ME) (8,27 MJ / kg KM) düzeylerini kontrol silajına (OMS, %70,26; ME, 9,69 MJ / kg KM) göre daha düşük bulmuşlardır ($P<0,05$).

Khorvash ve ark. (2006) silo suyu çıkışı azaltmak ve mısır silajının yem değerini artırmak için inokulant ve çeşitli absorbant özellikteki katkı maddelerini araştırmışlardır. Çalışmalarında %29 (ideal) ve %20 (düşük) KM içeriğine sahip iki farklı zamanda hasat ettikleri mısır bitkisini kullanmışlardır. Muameleler sırasıyla; katkısız (kontrol), öğütülmüş arpa (%5, 10 ve 15), peyniraltı suyu (%5, 10 ve 15), kurutulmuş melas (%5, 10 ve 15), bentonit (%1), zeolit (%0,5, 1) ve kalker (% 0,5), *Lactobacillus plantarum* ve *Propionic bacteria sp.* (Biotal™, Lallemand Animal Nutrition, Rexdale, ON; 2 mg /kg⁻¹ taze materyal) içeren inokulant, *Lactobacillus plantarum* ve *Pediococcus acidilactici* (Feedtech™, DeLaval, Tumba, Sweden; 24 mg/kg⁻¹ taze materyal) içeren inokulant ve %1 zeolit + Biotal karışımından oluşmuştur. Düşük KM'li kontrol silajlarında fazla miktarda silo suyu çıkışı (74 ml/kg⁻¹) tespit etmişlerdir. Diğer yandan, katkı maddelerinden arpa (% 10 ve 15) veya zeolit, kalker ve bentonit kullanımı silo suyu çıkışını neredeyse tamamen ortadan kaldırmıştır (P<0,05). İdeal KM ile hazırlanan silajlardaki silo suyu çıkışı (14 ml/kg⁻¹) çok düşük bulunmuş (P<0,05). Her iki KM'de silolanan silajlarda arpa (%10 ve 15), peynir altı suyu (%10 ve 15) ve melas kullanımının KM içeriğini artırdığını bildirmişlerdir (P<0,05). Her iki KM'de de silaj pH'sı melas (5,75), zeolit ve kireçtaşı (5,05) kullanımıyla artmıştır (P<0,05). Her iki silaj için, melas ilavesi AA ve LA düzeylerini artırırken, zeolit ve kireçtaşı kullanımı sadece yüksek KM'ye sahip mısır silajının LA içeriğini artırmıştır (P<0,05). Her iki silaj içinde öğütülmüş arpa, peyniraltı suyu veya Feedtech inokulantın kullanımı, mısır silajının *in vitro* kuru madde sindirimini (72 saat) iyileştirmiş (P<0,05); melas, zeolit ve kalker uygulamaları KM sindirimini azaltma trendi göstermiştir (P<0,10). Araştırmacılar, su emme özelliği yüksek olan arpa, zeolit, kireçtaşı ve bentonitin düşük KM'li mısırın silaj suyu üretimini azaltmada etkili olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmada katkı maddelerinden sadece arpanın, mısır silajının besleyici değerini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Duru ve Kaya (2016)'nın mısır silajına zeytin posası ilavesinin silaj fermantasyonu ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Kuru madde (KM) içeriği %58,32 olarak belirledikleri zeytin posasını mısır silajına %20 ve %40 oranlarında ilave etmişlerdir. Kullanılan zeytin posasının her iki dozunda mısır silajının KM, ham yağ

(HY), ADF, asit deterjanda çözünen lignin (ADL) ve organik madde (OM) içeriklerini artırdığını, HP içeriğini ise azalttığını belirlemişlerdir ($P<0,05$). Ham kül (HK), LA, AA ve pH değerlerindeki farklılıklar ise önemsiz bulmuşlardır ($P>0,05$). Hiçbir silajda bütrik ve propiyonik asidin oluşmadığını bildirmişlerdir. Silaja zeytin posası ilavesinin *in vitro* organik madde ve kuru madde sindirimini artırdığını saptamışlardır ($P<0,05$).

Atalay (2009)'ın yonca silajına defne yaprağı ile melas karışımını %0, %2, %4, %6, %8 oranlarında ilave etmişlerdir. Defne yaprağı ve melas karışımı yonca silajının KM ve HY oranını artırırken; HK, HP, ADF, NDF ve pH'ı düşürmüştür. Defne yaprağı ve melas kullanımı, yonca silajının ME ve organik maddenin sindirilme derecesini (OMSD) olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir.

Azman (2017)'in yonca silajına meşe palamudunu %0, %5, %10, %20 oranlarında ilave etmiştir. Taze yoncanın HP düzeyi % 17,59 iken, katılan meşe palamudu oranına göre HP miktarı sırasıyla % 16,33, 15,93, 14,96 ve 13,96 olarak tespit etmiştir ($P<0,001$). Materyalin silolanmadan önceki pH değeri 6,85 düzeyinde iken, kontrol ve katkı maddesi gruplarında sırasıyla 5,10, 5,23, 5,38 ve 5,60 olarak tespit etmiştir ($P<0,05$). Meşe palamudu silaj pH'sını artırmıştır. Silajdaki LA düzeyleri bakımından muameleler arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Yonca silajına meşe palamudu ilavesi maya popülasyonunu etkilememiş ($P>0,05$), küf oluşumunu önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0,05$).

Paydaş ve ark. (2019) mısır silajına farklı oranlarda (%3, 6, 9, 12 ve 15) antep fıstığı dış kabuğu ilavesinin *in vitro* rumen metan üretimi (CH_4), *in vitro* organik madde sindirimi (İVOMS) ve ME üzerindeki etkisini saptamışlardır. Antep fıstığı dış kabuğu kullanım oranının artışına paralel olarak *in vitro* rumen CH_4 gazı üretiminde bir azalma olduğunu saptamışlardır ($P=0,012$). Antep fıstığı dış kabuğu ilave edilen silajlarda amonyak azotu, AA, PA ve LA içeriklerinin kontrol grubu silajlara kıyasla düştüğünü tespit etmişlerdir ($P<0,05$).

Fındık zurufunun hayvan beslemede kullanılmasıyla ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır. Özcan (2017)'nin çalışmasında boş fındık ve fındık zurufunu çeşitli katkı

maddeleri ile birlikte (melas, üre + melas, mısır ve sepiyolit) peletlemiştir. Peletlerin besin madde içeriklerini ve *in vitro* gerçek besin madde sindirilebilirliklerini (IVGS) tespit etmiştir. Çalışma, fındık zurufu ve boş fındık için ayrı ayrı olmak üzere 2 farklı sepiyolit uygulaması (sepiyolit var–yok) ve katkı maddelerinin ilavesiyle 4 farklı muamele grubuyla toplamda 16 deneme grubu oluşturmuştur. Fındık zurufunun HP içeriğinin %8,79-16,89 KM arasında, boş fındığın HP'nin ise %6,96-16,93 arasında olduğunu tespit etmiştir. Sepiyolit ilavesinin fındık zurufunun HP içeriğine etki etmediğini ancak boş fındığın HP içeriğini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Fındık zurufu ve boş fındığa üre + melas katkısı hem fındık zurufu hemde boş fındık kullanılarak hazırlanan peletlerin HP içeriklerini yükseltmiştir. Fındık zurufunun IVGS'i boş fındıktan daha yüksek bulunmuştur. Sepiyolit katkısı fındık zurufunun IVGS değerini düşürürken, boş fındığa sepiyolit ilavesi IVGS değerini olumlu yönde etkilemiştir. Çalışma sonucunda her iki fındık hasat atığının kaba yem kalitesinin düşük olduğunu, IVGS değeri bakımından en yüksek değerin mısır katkısıyla sağlandığını tespit etmiştir. Fındık hasat artıklarının peletlenmesinde mısır ve sepiyolit kullanımını önermiştir.

Fındık zurufu ekonomik anlamda yeteri kadar kullanılmamaktadır (Şahin ve ark. 2018, Özcan 2017). Birçok üretici fındık zurufunu patoz işleminden sonra yakarak imha etmektedir. Ancak bazı aile işletmelerinde hayvanlara altlık malzemesi olarak, kimisi bahçelerine gübre olarak, çok az üreticinin zuruf boyutlarını küçültmek suretiyle hayvan beslemede kullanmaktadır. Zuruf ile yapılan araştırmalar ağırlıklı olarak bitki beslemede kullanım üzerine yoğunlaşmış, bazı çalışmalarda ise çeşitli yakıt ve karbonhidratların eldesi ile kimyasal arıtmada filtre malzemesi olarak değerlendirilmiştir (İmamoğlu ve Tekir 2007, Çöpür ve ark. 2008, Özenç 2008, Aydemir ve ark. 2012, Sivrikaya ve ark. 2012, Karaçetin ve ark. 2014, Gülser 2016, Gürdil ve ark. 2016, Kızılkaya 2016, Dede ve Özdemir 2018, Demirel ve ark. 2020). Ayrıca Oğuzkan ve ark. (2017)'in yapmış olduğu araştırmalarda antikanser ilacının (paclitaxel) zuruftan özütlenmesiyle elde edilmiştir. Oğuzkan ve ark. (2016) fındık yeşil kabuk ve yaprak özütlerinin antibakteriyel özelliğe sahip olduğunu bildirmiştir.

Özetleyecek olursak, mısır silajı birçok hayvan üretim sistemlerinde en yaygın kullanılan bir yem kaynağıdır. Optimal KM içeriğinde (%28-35) hasat edildiğinde, süt ineklerinin enerji ve lif gereksinimlerinin önemli bir bölümünü karşılar (Bell ve ark. 2007). Diğer yandan, uzun yağış dönemlerinde veya mısırın yaz sonunda ikinci ürün olarak ekilmesi gibi bazı durumlarda, hasattan önce optimal bir KM içeriğine ulaşmak oldukça zordur (Haigh 1997, Khorvash ve ark. 2006, Bell ve ark. 2007). Bu koşullarda, silaj suyu üretimi fazlalaşır ve besin madde kaybı görülür. Bu nedenle, silo suyunun azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması için stratejiler geliştirmeye öncelik verilmelidir (Khorvash ve ark. 2006). Lif içeriği yüksek materyallerin su tutma kapasitesi yüksektir (Jones ve Jones 1996). Razak ve ark. (2012) absorbant olarak kullanılacak ürünün NDF oranı ile su tutma kapasitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Fındık zurufunun KM, HS, ADF ve NDF içeriklerinin yüksek olması su emme özelliğinin de yüksek olmasını sağlayabilir (Özay ve ark. 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Silajlık mısır ve zuruf materyali

Araştırmada, olgunlaşma süresi 120 gün olan DKC- 7211 (Monsanto Gıda ve Tarım Tic. Ltd. Sti.) mısır çeşidi silajlık materyal olarak kullanılmıştır. Mısır bitkisi, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Uygulama ve Araştırma birimi arazi koşullarında 2018 yılında yetiştirilmiştir. Deneme alanı kuzeyde 40°13'(35,1)" enlemleri ve doğuda 28°51'(48,8)" boylamları arasında yer almaktadır. Mısır bitkisi erken hamur olum döneminde hasat edilerek, 2 cm boyutunda silaj makinesinden geçirilerek parçalanmıştır.

Fındık zurufu ise Düzce İli Gölyaka İlçesi Kuyudüzü Mahallesinden sağlanmıştır. Elde edilen zuruflar 2 mm elekten geçecek şekilde parçalanarak denemede kullanılmıştır.

3.1.2. Hayvan materyali

Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama çiftliğinde barındırılan 500 kg canlı ağırlığa sahip Holstein-Friesian ırkı 2 baş rumen kanüllü sığır kullanılmıştır. Kullanılan hayvanlar rumen sıvısı almadan önce 40:60 kaba/yoğun yem oranında hazırlanan rasyonla ad libitum olarak beslenmiş ve önlerinde sürekli temiz su bulundurulmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Silajların hazırlanması

Parçalanan taze mısır bitkisi bekletilmeden laboratuvara getirilmiştir. Öğütülmüş fındık zurufu ile doğal halde %15 oranında homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Deneme, 2 uygulama (kontrol ve %15 zuruf katkısı), 3 açım dönemi (8., 21. ve 60. gün) her

uygulama için 3 paralel olacak şekilde planlanmış ve toplam 18 adet 1,5 Lt' lik (Weck , Wehr – Ofllngen, Germany) özel laboratuvar tipi kavonozlara silolanmıştır.

Silolamanın 8., 21., ve 60. günlerinde her uygulamadan (Kontrol ve Zuruf ilaveli silajlar) 3 er kavanoz açılmıştır ve aynı gün tüm silajlarda pH, KM ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Ayrıca, açılan silajlardan alınan örneklerin bir kısmı diğer analizlerin yapılabilmesi için etüvde kurutulmuş (65°C de 48 saat) ve 1 mm elek çapında laboratuvar değirmeninde (Elmeksan, E.M.S. 101-TİP, Türkiye) öğütülmüştür. Kurutulmuş örnekler temiz naylon poşetlerde etiketlenerek saklanmıştır. 40 g yaş örneğe 360 ml saf su eklenerek stomacker'da 3 dk çalkalandıktan sonra filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Ardından 12000 devir/dk' da santrifüj edilerek, steril endorf tüplere aktarılmıştır. Örnekler -20°C'de derecede derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Silajların *in vitro* gaz üretim değerlerinin belirlenmesi

Silolamanın 60. günü açılan silaj örneklerinin *in vitro* gaz üretim değerleri ve sindirilebilirlik özellikleri Menke ve Steingass (1988)'ın bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir. Gaz üretiminin belirlenmesinde 100 ml'lik cam şıringalar kullanılmıştır. Şıringalara 0,2 g örnek tartılarak (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) yalnızca piston kısmı vazalınlanmış ve yem örneklerine temas etmeyecek şekilde şıringalara yerleştirilmiştir. Kör denemelerle (Yapay tükürük+rumen sıvısı) birlikte toplam 12 adet şırınga numaralandırılarak 39°C'deki su banyosuna yerleştirilmiştir.

Yapay tükürük çözeltisinin hazırlanması

1500 ml miktarında bir yapay tükürük hazırlamak için kullanılan çözeltiler aşağıda özetlenmiştir;

- 712,5 ml saf su
- 360 ml tampon çözeltisi
- 360 ml makro mineral çözeltisi
- 0,18 ml mikro mineral çözeltisi

- 1,83 ml resazurin çözeltisi
- 71,3 ml redüksiyon çözeltisi
- 3 ml 1 N NaOH çözeltisi
- 0,504 ml NaS.7H₂O

Ön hazırlığı tamamlanan yapay tükürük altı düz cam bir balon içerisinde, 39 °C sıcaklığa sahip su banyosunda karıştırılmıştır. Çözeltinin hazırlandığı kabın ağzı hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Yapay tükürüğe bir boru yardımıyla düşük debili CO₂ gazı uygulanmıştır. Rumen sıvısı tülbent ile süzülerek yapay tükürüğe 750 ml miktarında eklenmiştir. Bu karışım önceden hazırlanan şırıngalara 30 ml konularak 39 °C sıcaklığa ayarlı termostatlı su banyosuna ters çevrilerek yerleştirilmiştir.

Rumen sıvısı + yapay tükürükle karıştırılan yem örneklerinin bulunduğu şırıngalar 3, 6, 12, 24, 48 ve 96 saatlik periyotlar da ölçülerek, üretilen gaz hacimleri kaydedilmiştir. Üretilen gaz miktarları, Neway bilgisayar programında Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen $y = a+b(1-e^{-ct})$ modeline göre hesaplanmıştır.

Eşitlikte;

a = kolay çözünebilen fraksiyonların gaz miktarı, ml

b = çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim miktarı, ml

c = çözünemeyen fraksiyonların (b) gaz üretim oranı (saat⁻¹)

a+b = potansiyel gaz üretimi, ml

t = inkübasyon süresi, saat (s)

y = t süresince üretilen gaz miktarı

3.2.3. Silajların organik madde sindirilebilirliği, metabolik enerji ve net enerji laktasyon değerlerinin belirlenmesi

Silajların, organik madde sindirilme derecesi ve metabolik enerji (ME) içerikleri Menke ve Steingass (1988) tarafından kaba yemler için bildirilen formüllere göre hesaplanmıştır.

$$\text{OMS (\%)} = 15,38 + 0,8453 \times \text{GÜ} + 0,0595 \times \text{HP} + 0,0675 \times \text{HK} \quad (3.1)$$

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2,20 + 0,1357 \times G\ddot{U} + 0,0057 \times HP + 0,0002859 \times HY^2 \quad (3.2)$$

GÜ: 24 saatlik süre sonunda elde edilen net gaz üretimi (ml)

HP: KM'de ham protein değeri (%)

HY: KM'de ham yağ değeri (%)

HK: KM'de ham kül değeri (%)

Silajların net enerji laktasyon (NE_L) içerikleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Menke ve ark.1979).

$$NE_L \text{ (MJ/kg KM)} = 0,101 \times G\ddot{U} + 0,051 \times HP + 0,112 \times HY \quad (3.3)$$

GÜ: 24 saatlik süre sonunda elde edilen net gaz üretimi (ml)

HP: KM'de ham protein değeri (%)

HY: KM'de ham yağ değeri (%)

3.2.4. Kimyasal analizler

Silajların havada KM içerikleri 65 °C de 48 saat etüvde kurutularak belirlenmiş, KM içerikleri 105 °C'de 4 saat kurutularak ve HK içeriği 550-600 °C 4 saat kül fırınında (Nüve, MF120, Türkiye) yakılarak tespit edilmiştir. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodundan yararlanılmıştır. Ham protein (HP) ise $N \times 6,25$ formülü ile hesaplanmıştır (AOAC 1990). Ham yağ (HY) analize AOAC (1990) 'da bildirilen yöntemle yapılmıştır. Silajların NDF, ADF ve ADL gibi hücre duvarı bileşenleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM cihazında (Ankom® Technology Corp., Fairport, NY, USA) analiz edilmiştir. Ham selüloz (962.09), AOAC (2000) belirtilen yöntemle göre analiz edilmiştir. Hemisellüloz içerikleri (NDF-ADF) hesaplama yoluyla bulunmuştur.

pH ölçümü

Taze ve silaj örneklerinin pH'ları kalibrasyonu yapılmış elektronik pH metre (Sartorius, Basic PB-20, Goettingen, Germany) kullanılarak ölçülmüştür.

Organik asitler ve etanol analizi

Başlangıç materyali ve açılan silolardan elde edilen örneklerin, organik asit ve etanol analizleri gaz kromatografisinde (Agilent Technologies 6890N Network GC System, 7683 B Series Injector) gerçekleştirilmiştir. Analizlerin yapılmasında belirtilen gaz kromatografisine uygun olan kapillar kolon (Stabilwax®-DA; Crossbond “Carbowax”-PEG asidik bileşikler için, 30 m, 0,25 mm ID, 0,25µm df, maksimum program sıcaklığı 260°C) kullanılmıştır.

Laktik asit analizi

Başlangıç materyali ve silaj örneklerinin laktik asit içeriklerinin belirlenmesinde Barker ve Summerson (1941) tarafından belirtilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Derin dondurucudan çıkartılan örneklerin, önce oda sıcaklığında çözümleri sağlanmıştır. Çözünen örnekler 1:100 oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Seyreltikten 1 ml alınarak üzerine 0,1 ml bakır sülfat (5 g CuSO₄ /100 ml saf su) ile 6 ml %98’lik sülfürik asit ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler, 30 saniye vortekste karıştırılmış ve 5 dk soğuk suda tutulmuşlardır. Örnekler 0,1 ml p-hydroxydiphenyl (%0,5 NaOH/100 ml saf su + 2,5 g %97’lik 2-Phenylphenol (C₆H₅C₆H₄OH)) eklenerek, 30 sn kadar tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dk oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. 90 sn kaynar suya daldırılmış ve daha sonra soğuyan örnekler 565 nm dalga boyunda okumalar yapılmıştır.

Standart eğrinin oluşturulması: 2,5, 5,0, 10, 15 µg/ml lityum laktat miktarına sahip karışımların elde edileceği stok çözelti (213 mg lityum laktat /500 ml saf su) hazırlanmıştır. Stok çözeltiye 0,5 ml %98’lik sülfürik asit eklenerek önce 1:9 (40 µg /ml) daha sonra 1:1(20 µg /ml, stok çözelti) oranında saf su ile seyreltilmiştir. Tüpler içerisine 1 ml miktarında konulan seyreltiğe 0,1 ml bakır sülfat ile 6 ml %98’lik sülfürik asit ilave edilmiştir. 30 sn vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dk soğuk suda soğutulmuştur. Üzerine 0,1 ml p-hydroxydiphenyl eklenerek, tüpler 30 sn vortekste tekrar karıştırılmış ve 10 dk oda sıcaklığında bırakılmışlardır. Sonra örnekler 90 sn kaynar suya daldırılıp çıkarılmıştır. Soğuyan örnekler 565 nm dalga boyunda okunmuştur. Standart eğri Microsoft Excel programında oluşturulmuştur.

Hesaplama: Standart eğriden elde edilen değerler seyreltme kat sayısı (10) ile çarpılıp örneklerin KM oranlarına bölünerek, KM' de % laktik asit yoğunlukları belirlenmiştir.

3.2.5. Mikrobiyolojik analizler

Taze ve silaj örneklerinin maya, küf ve LAB popülasyonları saptanmıştır. Örneklerden 40 g alınmış ve 360 ml steril deiyonize su ile 1:9 oranında seyreltilmiştir. Karışım 3 dk süreyle stomacher'de çalkalanmıştır. Steril fizyolojik su (8,5 g saf NaCl/l) kullanılarak yeni karışımlar elde edilmiştir. Laktik asit bakteri (LAB) papulasyonunu belirlemek için besi yeri olarak 121 °C'de 15 dk süreyle otoklavlanmış Rogosa Agar kullanılmıştır. 1 ml örnek steril petri kabına aktarılarak üzerine 48-50 °C'ye kadar soğutulmuş Rogosa Agar dökülmüştür. Örnek ile besi yerinin karışması için petri kabı 5-6 kez sekiz şeklinde çevirilmiştir. Katılaşması beklendikten sonra petri kapları 30 °C'de 3 gün inkübatörde (Nüve, EN 500, Ankara, Türkiye) tutulmuşlardır. Mikroorganizma sayımı koloni sayma ünitesinde gerçekleştirilmiştir.

Aerobik mikroorganizmaların izolasyonunda kullanılan sürme petri kültürü yöntemine göre maya ve küf sayımı yapılmıştır. Bunun için otoklavda sterilize edilmiş %10 laktik asit ile malt ekstrakt agar kullanılmıştır. Besi yeri steril petri kaplarına dökülmüş ve katılaşması beklendikten sonra mikroorganizma yükü uygun düzeye indirgenmiş 0,1 ml örnek drigalski spatülü ile tüm yüzeye yayılmıştır. Petriler 30 °C'de 3 gün inkübatörde (Nüve, EN 500, Ankara, Türkiye) tutulmuşlardır. Maya-küf sayımı koloni sayma ünitesinde gerçekleştirilmiştir.

Rumen toplam protozoa sayısının tespiti

Rumen sıvısında toplam protozoa sayımı Boyne ve ark. (1957)'nin bildirdiği yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla, rumen sıvısı örnekleri tülbentten süzölmüştür. Süzölen örneklerden 1 ml alınarak sulandırma solüsyonu ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan karışımlar Mak-Master lamının kamarasına doldurulmuştur. Sıvının

çökmesi beklendikten sonra, ışık mikroskopunda 10'luk ve 40'lık büyütme oranlarında protozoalar sayılmıştır. Protozoa sayıları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Protozoa sayısı (It}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Sayılan protozoa sayısı x Sulandırma oranı x Hacim}}{\text{Sayılan kısmın hacmi}} \quad (3.4)$$

3.2.6. Aerobik stabilite testi

Denemenin 60. gününde açılan silaj örneklerinin, aerobik stabilite testi Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem ile belirlenmiştir. Test 5 gün sürmüştür. 5. gün sonunda örneklerin görsel küflenmeleri ve maya-küf sayıları Filya ve ark. (2000) tarafından bildirilen yönteme göre saptanmıştır.

Testte, 1,5 L'lik polietilen şişeler kullanılmıştır. Polietilen şişeler kapak tarafı 0,5 litre, taban tarafı ise 1 litre olacak şekilde ikiye kesilmiştir. Daha sonra 1 L'lik taban kısmına 100 ml %25'lik KOH konmuştur. Şişenin kesilen diğer parçasına (500 ml kısım) 250-300 g silaj örneği konmuştur. Kapak kısmı aşağıya bakacak şekilde kesilen polietilen şişenin diğer parçasının içine yerleştirilmiştir. Hazırlanan bu test düzeneği oda sıcaklığında 5 gün tutulmuştur. KOH çözeltisinin absorbe ettiği CO₂ miktarı 0,1 N HCL çözeltisi ile yapılan titrasyon sonucu aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{CO}_2 \text{ (g/kg KM)} = 0,044 \times T \times V / (A \times \text{TM} \times \text{KM}) \quad (3.5)$$

T : Titrasyonda harcanan 1 N HCL miktarı (ml)

V: %25 'lik KOH çözeltisinin toplam hacmi (ml)

A: Düzeneğin alt kısmına konulan KOH miktarı (ml)

TM : Taze silaj materyalinin ağırlığı (kg)

KM : Taze silaj materyalinin kuru madde miktarı (g/kg)

3.2.7. İstatistik analizleri

Bu araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki analizinde genel linear model kullanılmıştır. Analizler, Minitab 17 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Muameleler arasındaki önemlilik seviyelerinin belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Snedecor ve Cochran 1980). Sonuçlar en küçük kareler ortalaması olarak bildirilmiştir. Tüm durumlarda ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ ise önemli kabul edilmiş, $P \geq 0,05$ - $P < 0,10$ ise eēilim olarak tartışılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Taze mısır ve fındık zurufunun kimyasal bileşenlerine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.Taze mısır ve fındık zurufunun kimyasal bileşimi

İçerik	Mısır	Zuruf
pH	5,95	7,90
KM,% DH	26,61	76,98
OM, % KM	94,59	93,67
HP, % KM	6,74	6,27
HY, % KM	2,01	0,81
HS, % KM	21,80	31,48
HK, % KM	5,41	5,81
NDF, % KM	43,76	67,55
ADF, % KM	26,68	53,36
ADL, % KM	2,71	26,65
HSEL, %KM	17,08	14,19

Mısır: Taze mısır materyali, Zuruf: Ögütülmüş fındık zurufu, KM: Kuru madde, DH: Doğal halde, OM: Organik madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, HK: Ham kül, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin

Bu araştırmada belirlenen taze mısırın pH’sı (5,95), Özdüven ve ark. (2009)’nın farklı dönemlerde hasat ettikleri taze mısırın pH değerleri ile (5,34–6,04) uyumludur. Mısır bitkisinin başlangıç KM’si (%26,61) Altınçekiç ve Filya (2018)’nin çalışmasıyla (%26,4) uyumlu bulunmuştur. Mısır bitkisinin organik madde (OM) (%94,59) miktarı Duru ve Kaya (2016)’nın belirlemiş olduğu OM miktarı (%25,37) ile uyumludur. Mısırın HP içeriği (%6,74), Barmaki ve ark. (2017) ve Altınçekiç ve Filya (2018)’nin belirledikleri HP miktarından (sırasıyla %8,22 ve %7,2) düşük bulunmuştur. Mısırın HY içeriği (%2,01) Barmaki ve ark. (2017) ve Duru ve Kaya (2016)’nın bulmuş oldukları HY içeriklerinden (sırasıyla %1,7 ve %0,93) yüksektir. Mısırın HK içeriği (%5,41), Denek ve ark. (2017)’nin belirledikleri HK miktarıyla yakın (%5,93), Barmaki ve ark. (2017)’nin belirledikleri HK miktarından düşük bulunmuştur. Ham selüloz (HS) içeriği (%21,80), Duru ve Kaya (2016) ile ve Altınçekiç ve Filya (2018)’nin çalışmalarında bildirmiş oldukları değerden (%27,53, 27,5) düşüktür. Asit deterjanda

çözünmeyen lif (ADF) içeriği (%26,68) Altınçekiç ve Filya (2018)'nin belirttiği ADF içerisine (%29,7) yakın bir değerde bulunmuştur. Taze mısırın NDF ve ADL içerikleri sırasıyla %43,76 ve %2,71 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerden NDF miktarı Duru ve Kaya (2016) ile Altınçekiç ve Filya (2018) bulmuş oldukları NDF' den (sırasıyla %53,99 ve 67,7) düşüktür. Asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içeriği ise Altınçekiç ve Filya (2018)'nin bildirdiği değere (%2,2) yakın bulunmuştur. Taze mısırın hemisellüloz (HSEL) içeriği %17,08 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, Altınçekiç ve Filya (2018)'nin ve Denek ve ark. (2017)'nin mısır materyali için bildirdiği değerden (%27,67-33,00) düşük bulunmuştur. Besin madde içerikleriyle ilgili oluşan farklılıkların nedenleri; mısır çeşidi, hasat zamanı, yetiştirilen iklim ve toprak şartlarının değişkenliğinden ileri gelmektedir (Kung ve ark. 2008).

Bu araştırmada fındık zurufunun KM içeriği, Özcan (2017) ile Çetinkaya ve Kuleyin (2016)'nin fındık iç kabuğu ile ilgili bildirmiş olduğu KM'den (sırasıyla %87,52 ve %91,17) düşük bulunmuştur. Fındık zurufunun OM içeriği (%93,67), Çetinkaya ve Kuleyin (2016)'nin fındık iç kabuğu ile ilgili bildirmiş olduğu OM içeriğinden (%87,83) ve Özcan (2017)'nin fındık zurufu için bildirmiş olduğu OM miktarından yüksek bulunmuştur. Bu araştırmada fındık zurufunun HP içeriği (%6,27), Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu HP (%8,16) değerinden düşük bulunmuştur. Fındık zurufunun HY içeriği (%0,81), Çetinkaya ve Kuleyin (2016)'nin fındık iç kabuğu ile ilgili bildirmiş olduğu HY içeriğinden (%21,16) düşük bulunmuştur. Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu HY (%0,7) içeriği ile yakın değerde olduğu belirlenmiştir. Fındık zurufu HS içeriğinin (%31,48), Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu HS (%34,63) değeriyle yakın değerde olduğu belirlenmiştir. Fındık zurufu HK içeriği (%5,81), Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu HK (%6,79) miktarından düşük, Çetinkaya ve Kuleyin (2016)'nin fındık iç kabuğu ile ilgili bildirmiş olduğu HK içeriğinden (%3,31) yüksek bulunmuştur. Fındık zurufu NDF içeriği (%67,55), Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu NDF (%62,12) içeriğinden ve Çetinkaya ve Kuleyin (2016)'nin fındık iç kabuğu ile ilgili bildirmiş olduğu NDF içeriğinden (%30,30) yüksektir. Fındık zurufu ADF içeriği (%53,36), Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu ADF (%49,81) ile Çetinkaya ve Kuleyin (2016)'nin fındık iç kabuğu

ile ilgili bildirmiş olduğu ADF içeriğinden (%48,68) yüksek olduğu saptanmıştır. Fındık zurufu ADL içeriği (%26,65), Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu ADL (%28,78) içeriğinden düşüktür. Fındık zurufu HSEL içeriği (%14,19), Özcan (2017)'nin fındık zurufuyla ilgili bildirmiş olduğu HSEL içeriği (%14,06) ile uyumludur. Fındık zurufunun kimyasal bileşenlerinde meydana gelen bu değişimlere; fındığın cinsi, hasat zamanı, yetiştirilen iklim ve toprak yapısı, patoz makinesinin fındığı zuruftan ayırma teknolojisi ve zuruf içerisine karışan boş fındıkların miktarı neden olmaktadır.

Silajların kimyasal kompozisyonu saptanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Taze mısır ve zurufun KM içeriklerinin sırasıyla; %26,61 ve %76,98 olarak belirlenen araştırmada (Çizelge 4.1), silajların KM içerikleri kontrol ve zuruf katkılı silajlarda sırasıyla %25,35 ile %33,05 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Beklenildiği gibi en yüksek KM içeriği zuruf katkılı silajlarda saptanmıştır ($P<0,05$). Açım günleri kontrol grubu silajların KM miktarını etkilemezken ($P>0,05$), zuruf katkılı silajların KM içeriğinde 21. günden sonra bir artış eğilimi tespit edilmiştir ($P=0,07$).

Çizelge 4.2. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi

Parametreler	Kontrol			Mısır + Zuruf			SH	P değeri		
	8. gün	21. gün	60. gün	8. gün	21. gün	60. gün		Günler	Muamele	Günler * Muamele
KM (% KM)	25,77 ^c	25,80 ^c	25,35 ^c	31,12 ^b	32,50 ^{ab}	33,05 ^a	0,328	P=0,07	*	*
KMK	2,67 ^c	2,43 ^d	3,47 ^a	2,82 ^b	1,86 ^e	2,43 ^d	0,046	*	*	*
OM (% KM)	94,41 ^a	94,46 ^a	94,48 ^a	93,93 ^b	94,12 ^{ab}	93,94 ^b	0,093	ÖD	*	ÖD
HK (% KM)	5,59 ^b	5,54 ^b	5,52 ^b	6,05 ^a	5,87 ^{ab}	6,07 ^a	0,093	ÖD	*	ÖD
HP (% KM)	6,28 ^c	6,99 ^b	7,19 ^b	6,86 ^b	7,62 ^a	7,11 ^b	0,112	*	*	*
HY (% KM)	3,56	3,90	4,10	2,98	3,92	3,76	0,344	ÖD	ÖD	ÖD
HS (% KM)	24,95 ^d	24,00 ^e	22,29 ^f	31,51 ^a	30,51 ^b	28,55 ^c	0,189	*	*	*
NDF (% KM)	47,01 ^b	45,53 ^b	39,77 ^c	53,93 ^a	49,12 ^b	48,17 ^b	0,794	*	*	*
ADF (% KM)	28,24 ^c	28,25 ^c	26,28 ^c	40,70 ^a	36,52 ^b	36,12 ^b	0,469	*	*	*
ADL (% KM)	2,79 ^e	3,09 ^d	2,02 ^f	10,25 ^a	9,25 ^b	8,15 ^c	0,04	*	*	*
HSEL (% KM)	18,77 ^a	17,28 ^a	13,49 ^b	13,23 ^b	12,60 ^b	12,05 ^b	0,697	*	*	*

KM: Kuru madde, KMK: Kuru madde kaybı OM: Organik madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham sellüloz, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, HSEL: Hemisellüloz, SH: Standart Hata, ÖD: Önemli değil, * $P<0,05$, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0,05$).

Zuruf katkılı silajların KM'leri Kılıç (1983), Bal ve ark. (1996), Phipps ve ark. (2000), Savoie ve ark. (2002) ve Filya (2014)'nin de bildirdiği mısır silaj için optimal olan %30-35 oranına ulaşmıştır. Zuruf katkılı silajlarda artan KM içeriği, kuru bir bileşenin (zuruf) nemli bir silaja (KM'si %26) eklenmesinden kaynaklanmıştır. Benzer şekilde, Harrison ve ark. (1994)'nin nemli mısıra çeşitli seviyelerde arpa (%5, 10 ve 15) ilave ettikleri ve Barmaki ve ark. (2018)'nin düşük kuru madde içeriğine sahip mısıra çeşitli seviyelerde (%5, 10) kıyılmış yonca samanı ilave ettikleri çalışmalarda silajların KM içeriklerinin artırttığını bildirmiştir.

Çalışmada silajların kuru madde kayıpları (KMK) incelendiğinde (Çizelge 4.2), KMK'larının %1,86 ile 3,47 arasında değiştiği gözlenmiştir. En düşük KMK 21. gün açılan zuruf katkılı silajlarda, en yüksek KMK ise 60. gün açılan kontrol silajlarında gerçekleşmiştir. Açım günlerinin KMK'na etkisi önemli bulunurken ($P<0,05$), her iki grupta da en düşük KMK 21. günde açılan silajlarda gerçekleşmiştir. Silolamanın ilk günlerinde parçalanmış materyalde, aerobik ortamda, hasatla birlikte bünyesinde bulunan besin maddelerini tüketmeye başlar ve bunun sonucunda CO₂, ısı ve amonyak açığa çıkar (McAllister ve Hristov 2000). Solunumla birlikte ortaya çıkan bu kimyasal reaksiyonlar KMK neden olmaktadır (Holmes 2006, Filya 2014). Bu durum 8. günde açılan kontrol ve zuruf katkılı silajlarda ki KMK'nı açıklamaktadır. Her iki grupta da 21. günden sonra KMK artmıştır ($P<0,05$). Ancak zuruf katkılı silajlarda kontrol silajlarına göre daha az KMK gerçekleşmiştir ($P<0,05$). Bu sonuç kontrol grubu silajların daha düşük KM'ye sahip olmasından kaynaklanmıştır (Rabelo ve ark. 2012). Ayrıca, Borreani ve ark. (2017)'nin ideal KM içeriği ile yapılan silajların besin değerlerinin daha iyi koruduğunu bildirmiştir. Robinson ve ark. (2016)'nin olgunlaşmış ve olgunlaşmamış tahıl ürünleriyle yapmış oldukları silaj çalışmalarında düşük KM'ye sahip tahıl ürünlerindeki KMK'nın (%4,6), olgunlaşmış ve yüksek KM'li tahıl ürünlerinden (%3,1) daha fazla olduğu bildirmişlerdir.

Taze mısır ve zurufun OM içeriklerinin sırasıyla; %94,59 ve 93,67 olarak belirlenen çalışmada (Çizelge 4.1), silajların OM içerikleri %93,93 ile %94,48 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). En yüksek OM içeriğine (%94,48) sahip silajlar 60. gün açılan kontrol silajları olurken, en düşük OM içeriğine (%93,93) sahip silajlar 8. gün açılan

zuruf katkılı silajlar olmuştur. Organik madde (OM) değerleri üzerinde Günlerin ve Günler*Muamele intraksiyon etkileri önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Zuruf katkısı mısır silajının OM miktarını düşürmüştür ($P<0,05$). Zuruf katkısının silajların OM içeriğini düşürmesinde zurufun HK içeriğinin yüksek olması etkili olmuştur (Çizelge 4.1). Antepfıstığı kabuğu, kıyılmış yonca samanı gibi HK içeriği yüksek olan katkı maddelerinin kullanıldığı diğer araştırmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Denek ve ark. 2017, Barmaki ve ark. 2018).

Taze mısır ve zurufun HK içeriklerinin Çizelge 4.1’de sırasıyla; %5,41 ve 5,81 olarak belirlenmiştir. Silajların HK içerikleri %5,52 ile 6,07 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). En yüksek HK içeriği (%6,07) son açım döneminde (60.gün) zuruf katkılı silajlarda, en düşük HK içeriği ise 60. gün açılan kontrol silajlarında saptanmıştır. Ham kül içerikleri üzerinde Günlerin ve Günler*Muamele intraksiyonunun etkileri önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Zuruf katkısı, HK içeriğini önemli derecede artırmıştır ($P<0,05$). Ham kül (HK) yemin makro ve mikro mineral içeriğidir (Kavut 2012). Weiss (2019)’in bildirdiği üzere ham kül analizi ile elde edilen değer, bitkinin bünyesinde bulunan mineral maddeler ile bitkiye bulaşık olan toprağın içerdiği mineral maddelerin toplamıdır. Mısır silajı yaklaşık %5 oranında HK içeriğine sahip olmalıdır (Weiss 2019). Bu değer bitkinin yetiştirildiği çevre koşullarına ve toprak bulaşma durumuna göre değişmektedir. Mısır bitkinin yetiştirildiği toprağın mineral yapısı, bitki bünyesindeki HK içeriğini $\pm\%1-3$ arası değiştirirken; yağmur, rüzgâr, taşkın ve hasatta yapılan hatalar sonucu artan toprak kontaminasyonu HK içeriğini %20’lere kadar artırabilmektedir. Bu durum yani yüksek HK içeriği silaj fermantasyonunu olumsuz etkileyen ve elde edilen silajın enerji değerlerini değerini düşüren bir unsurdur (Weiss 2019). Bu çalışmadan elde edilen kontrol silajlarının HK miktarı Weiss (2019)’un bildirdiği değere yakın (%5,52-5,59) bulunmuştur. Zuruf katkısının mısır silajının HK içeriğini artırması ise zurufun yüksek HK içeriğine sahip olmasından kaynaklanmıştır (Çizelge 4.1).

Taze mısır ve zurufun HP içeriklerinin sırasıyla; %6,74 ve %6,27 olarak belirlenen araştırmada, mısır silajlarının HP miktarları %6,28-7,62 arasında değişmiştir. Mevcut araştırmamızda en yüksek HP miktarı 21. gün açılan zuruf katkılı silajlarda, en düşük HP miktarı ise 8. gün açılan kontrol silajlarında tespit edilmiştir. Ham protein miktarı

üzerinde günlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kontrol ve zuruf katkılı silajların HP içerikleri fermantasyonun ilerlemesi ile birlikte artmıştır ($P<0,05$). Zuruf katkısı mısır silajının HP içeriğini kontrol silajlarına kıyasla artırmıştır ($P<0,05$). pH' nın hızla düşmesi bitki bünyesindeki proteolitik mikroorganizmaları inaktif hale getirmiş ve protein parçalanmasının önüne geçilmiştir (McDonald ve ark. 1991). Silajda fermantasyonun ilerlemesiyle birlikte, bitkide hücre duvarı parçalanması hızlanır ve bitkinin hücre duvarında NDF'ye bağlı olarak bulunan azotun serbest hale geçmesinden de kaynaklanabilir (Baytok ve ark. 2005). Benzer sonuçlar, Ünlü ve ark. (2015)'ın yonca silajına çeşitli seviyelerde (%5, 10 ve 15) öğütülmüş mısır ilave ettiği ve Denek ve Can (2006)'ın domates posasına çeşitli seviyelerde (%2, 4 ve 6) buğday danesi ilave etmiş olduğu silaj çalışmalarında da bildirilmiştir.

Taze mısır ve zurufun HY içeriklerinin sırasıyla; %2,01 ve %0,81 olarak belirlenen araştırmada, hazırlanan mısır silajlarında HY miktarları %2,98-4,10 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Muamele ve açım günlerinin HY üzerindeki etkisi önemsizdir ($P>0,05$). Benzer bulgu, Alçiçek ve Asyalı (1997)'nin, silaj materyallerinin HY içerikleri fermantasyon sırasında kayba uğramaz bildirisi ile uyumludur. Silajların HY içerikleri ile elde edilen sonuçlar Duru ve Kaya (2016)'nın mısır silajıyla yapmış olduğu araştırmanın kontrol silajlarındaki verilerden (%1,76) yüksek, Akdeniz ve Özarslan (2018)'nin mısır silajıyla yaptığı araştırmayla (%2,94) yakın değerlerde bulunmuştur.

Taze mısır ve zurufun HS içeriklerinin sırasıyla; %21,80 ve %31,48 olarak belirlenen araştırmada, silajların HS miktarı %22,29-31,51 arasında değişmiştir. En yüksek HS içeriği 8. gün açılan zuruf katkılı silajlarda belirlenirken, en düşük HS içeriği 60. gün açılan kontrol silajlarında saptanmıştır. Günlerin HS miktarına etkisi önemli bulunurken ($P<0,05$), fermantasyonun ilerlemesine bağlı olarak HS içeriklerinde düşüş gözlenmiştir. Bitki bünyesindeki sellülaz, hemisellülaz gibi selülotik enzimleri ile düşük silaj pH' sı silolanan materyaldeki polisakkaritleri parçalayarak LAB'leri için besin kaynağı olan SÇK'ları açığa çıkartır. Bu durum, silolanan üründe HS içeriğinin düşmesine neden olur ve silaj fermantasyon sürecinin doğru bir şekilde ilerlediğini gösterebilir (McDonald ve ark. 1991, Silva ve ark. 2017). Zurufun taze mısırdan daha

yüksek miktarda HS içermesi (Çizelge 4.1) beklenildiği gibi silajların HS içeriğinin artmasına neden olmuştur ($P<0,05$).

Taze mısır ve zurufun NDF içeriklerinin sırasıyla; %43,76 ve %67,55 olarak belirlenen araştırmada, silajların NDF içerikleri %39,77–53,93 arasında değişmiştir. En yüksek NDF içeriği 8. gün açılan zuruf katkılı silajlarda, en düşük NDF içeriği ise 60. gün açılan kontrol silajlarında belirlenmiştir. Açım günlerinin silaj NDF'si üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Silajların NDF içeriğinde fermantasyon ilerlemesine bağlı olarak bir düşüş gözlenmiştir. Bu düşüş silaj pH'sının düşmesine paralel olarak gerçekleşmiştir. Nitekim Nikkha ve ark. (2011)'da düşük silaj pH'sının fermantasyon süresince hücre duvarı yapılarını parçaladığını bildirmiştir. Silajların NDF içerikleri ile ilgili elde edilen sonuçlar, Khorvash ve ark. (2006)'nın düşük KM içeriğine sahip mısır silajına farklı seviyelerde absorbant ve bakteriyel inokulant ilave ettiği çalışmasında ki %5, 10 ve 15 oranlarında arpa kullandığı muamele grubunda elde ettiği sonuçlar ile uyumludur. 8. ve 21. gün açılan kontrol silajlarının NDF içeriğinde taze mısırdaki göre (%43,76) bir artış tespit edilmiştir. Kontrol silajlarında daha fazla KMK'nın görülmesinin bir sonucudur. Çünkü silajda oluşan KMK'ı hücre duvarı bileşenlerini oransal olarak artırabilmektedir (Pahlow ve ark. 2003, Filya ve ark. 2007). Benzer bulgu, Altınçekiç ve Filya (2018)'nin çalışmasından da elde edilmiştir. Araştırmacılar, en yüksek NDF içeriğini en fazla KMK'nın görüldüğü LAB inokulantı ve 3 g/kg oranında formik asidin kullandıkları silajlarda saptamışlardır. Zuruf katkısının silaj NDF'sine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Zurufun yüksek düzeyde NDF içermesi etkili olmuştur (Çizelge 4.1). Zhang ve Zhang (2011)'in yapmış olduğu %49,62 NDF içeriğine sahip şeker pancarı posasını, %70,06 NDF içeriğine sahip pirinç samanı ile siloladıkları çalışmadan elde edilen sonuçlar ile uyumludur.

Taze mısır ve zurufun ADF içeriklerinin sırasıyla; %26,68 ve %53,36 olarak belirlenen araştırmada, açılan silajlarda ADF içeriği %26,28-40,70 aralığında saptanmıştır. En yüksek ADF içeriği 8. gün açılan zuruf katkılı silajlarda bulunurken, en düşük değer 21. gün açılan kontrol silajlarında saptanmıştır. Açım günlerinin silajların ADF içeriği üzerindeki etkisinin önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Tüm silajlarda, fermantasyon ilerlemesine paralel olarak ADF miktarı azalmıştır. Bu azalışın sebebi NDF içeriğine

benzer şekilde, düşük silaj pH'sının hücre duvarı bileşenlerinin kimyasal bağlarını çözüldürücü etkisi nedeniyle gerçekleşmiştir (McDonald ve ark. 1991, Sucu 2009). Benzer şekilde Barmaki ve ark. (2018)'da yapmış oldukları çalışmada elde etmişlerdir. Zuruf katkısı mısır silajının ADF içeriğini önemli derecede artırmıştır ($P<0,05$). Bu artışa zurufun yüksek ADF içeriği neden olmuştur. Benzer sonuç, Zhang ve Zhang (2011)'in çalışmasında da bildirilmiştir.

Taze mısır ve zurufun ADL içeriklerinin sırasıyla; %2,71 ve %26,65 olarak belirlenen çalışmada, açılan silajların ADL içeriği %2,02-10,25 arasında değişmiştir. En yüksek ADL içeriği 8. gün açılan zuruf katkılı silajda belirlenirken, en düşük ADL içeriği 60.gün açılan kontrol silajlarında saptanmıştır. ADL içeriğine açım günlerinin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Açılan silajların ADL içerikleri fermantasyonun ilerlemesine bağlı olarak düşmüştür ($P<0,05$). Zuruf ilavesinin silaj ADL içeriğine etkisi önemlidir ($P<0,05$). Zurufun mısır silajının ADL içeriğini artırması lignoselülozik yapısından kaynaklanmaktadır (Özay ve ark. 2011). Benzer sonuç, patates silajında %14 oranında buğday samanı kullanan Babaeinasab ve ark. (2015) tarafından da bildirilmiştir.

Taze mısır ve zurufun HSEL içeriklerinin sırasıyla; %17,08 ve %14,19 olarak belirlenen çalışmada, silajların HSEL içerikleri %12,05-18,77 arasında değişmiştir. En yüksek HSEL içeriği 8. gün açılan kontrol silajlarında, en düşük HSEL içeriği 60. gün açılan zuruf katkılı silajlarda saptanmıştır. Açım günlerinin HSEL üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kontrol silajlarındaki bu etki daha fazla olmuştur. Zuruf katkılı silajlarında HSEL içerikleri açım gününe paralel olarak düşmüş ancak bu düşüş önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Zuruf ilavesi HSEL içeriğini önemli derece artırmıştır ($P<0,05$).

Ham selüloz (HS), ADF ve ADL içeriği mısıra göre yüksek olan zurufun silaj katkısı olarak kullanımı silajın hücre duvarı bileşenlerini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0,05$). HSEL oranı ise bu değerlerden (NDF ve ADF) hesaplandığı için ADF'nin artmasıyla düşmüştür ($P<0,05$). Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere açım günleriyle beraber LA konstrasyonunun artması ve pH'ın düşmesi ($P<0,05$) sonucunda silajda bulunan hücre duvarı yapıtaşlarında çözünme meydana gelmiştir. Fermantasyonun ilerlemesi ile

birlikte yapılan tüm silajların HS, ADF, NDF ve HSEL miktarları azalmıştır (McDonald ve ark. 1991, Sucu 2009).

Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların pH, organik asit ve etanol konsantrasyonlarına olan etkisi saptanmış ve Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların pH, organik asit ve etanol konsantrasyonları üzerine etkisi

Parametreler	Kontrol			Mısır + Zuruf			SH	P değeri		
	8. gün	21. gün	60. gün	8.gün	21.gün	60.gün		Günler	Muamele	Günler*Muamele
pH	3,84 ^a	3,79 ^b	3,64 ^c	4,00 ^a	3,85 ^b	3,78 ^b	0,020	*	*	0,058
Etanol (g/kg KM)	0,092	0,10	0,12	0,08	0,10	0,10	0,002	ÖD	ÖD	ÖD
LA (g/kg KM)	43,21 ^d	50,85 ^{bc}	56,33 ^a	40,33 ^e	48,26 ^c	52,72 ^b	0,563	*	*	ÖD
AA (g/kg KM)	26,39 ^a	17,73 ^c	13,44 ^{de}	23,08 ^b	14,92 ^d	11,63 ^e	0,382	*	*	ÖD
PA (g/kg KM)	2,04 ^a	1,03 ^d	1,23 ^e	1,82 ^b	0,94 ^d	0,96 ^d	0,029	*	*	*
BA (g/kg KM)	0,24 ^{ab}	0,25 ^{ab}	0,26 ^a	0,18 ^c	0,18 ^c	0,22 ^b	0,006	*	*	ÖD

KM: Kuru madde, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit, , SH: Standart Hata, ÖD: Önemli değil, *P<0,05, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Taze mısır ve zurufun pH’ları sırasıyla; %5,95 ve %7,90 olarak belirlenen araştırmada, açılan silajların pH ları 3,64-4,00 arasında değişmiştir. En düşük pH 60. gün açılan kontrol silajlarında, en yüksek pH ise 8. gün açılan zuruf katkılı silajda saptanmıştır. Açım günlerinin pH üzerine etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05). Her iki muamele grubunda da (kontrol ve zuruf içeren silajlar) silaj pH’ sı açım gününün ilerlemesine paralel olarak düşmüştür. pH’daki bu düşüş zuruf katkılı silajlarda kontrol silajlarına göre daha yavaş seyretmiştir (P<0,05). Aldemir ve Bolat (2019)’ın tritikale silajına kuru şeker pancarı posası ilave ettikleri çalışmalarında, silaja kattıkları kuru şeker pancarı posası miktarındaki artışa paralel olarak silaj pH’sında artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu durum, silajın KM içeriğinin artmasına bağlı olarak fermantasyon ürünlerinden LA miktarının azalması ile açıklanabilir (Siefers ve Bolsen 1997, Aldemir ve Bolat 2019). Çünkü silaj pH’ sını düşüren birincil etmen LA’dır (Duniere ve ark. 2013). Bu çalışmada da LA miktarlarının zuruf katkısı ile azaldığı görülmektedir ve elde edilen sonuçlar Siefers ve Bolsen (1997) ve Aldemir ve Bolat (2019) bildirişleriyle

uyum içerisinde. Birçok araştırmacı iyi fermente olmuş bir silajın pH' sının 3,7-4,2 arasında olması gerektiğini bildirmiştir (Leterme ve ark. 1992, Kung ve Shaver 2001, Ergün ve ark. 2004). Bu çalışmada açılan bütün silajların pH'ları önerilen değerler arasında olduğundan kaliteli kabul edilebilir.

Silajlarda oluşan etanol miktarları incelendiğinde silajların etanol içerikleri 0,08-0,12 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. En yüksek etanol içeriği 60. günde açılan kontrol silajlarında oluşurken, en düşük etanol içeriği 8. gün açılan zuruf katkılı silajlarda gerçekleşmiştir. Kontrol silajları ve zuruf katkılı silajların etanol içerikleri fermantasyonun ilerlemesiyle artmış ancak bu artış önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Silajda etanol; heterolaktik asit bakterileri, enterobakteriler ve mayalar tarafından üretilmektedir. Ancak, silajda daha çok maya popülasyonunun artışı ile ilişkilendirilir. Düşük pH'da yaşayabilen mayalar ortamdaki sakkarozu etanole dönüştürürler (Kung ve ark. 2018). Asetik asit (AA), PA ve düşük pH bu mikro organizmaların faaliyetlerini durdurur (McDonald ve ark. 1991). Silajların AA ve PA konsantrasyonunun azalmasıyla etanol içeriği rakamsal olarak artması bu bildiriş ile uyumludur (Çizelge 4.3). Nitekim kaliteli yapılmış bir silajda etanol düzeyinin KM'de %1-3 aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Kung ve Shaver 2001). Bu çalışmada da etanol düzeyi ile ilgili elde edilen sonuçlar (0,08-0,12 g/kg KM), belirtilen bu değerden (%1-3) düşüktür. Fındık zurufu kullanımı silajlardaki etanol içeriğini etkilememiştir ($P>0,05$). Bu sonuçlar maya faaliyetlerinin sınırlı olduğu göstermektedir. Nitekim her iki muamele grubunda da az bir maya popülasyonuna rastlanmıştır (Çizelge 4.4). Kontrol ve zuruf katkılı silajların etanol içeriği ile elde edilen sonuçlarla uyum içerisinde. Kontrol silajlarının etanol değerleri diğer araştırmacıların (Barmaki ve ark. 2018, Szucs ve ark. 2018, Blajman ve ark. 2018, Gallo ve ark. 2018) mısır silajında belirttikleri etanol değerinden (1,89-5,8 g/kg KM) düşük, Sucu (2009)'nun elde ettiği değerlere (0,084-0,129) yakın bulunmuştur. Zuruf katkılı silajların etanol içerikleri Barmaki ve ark. (2018)'nin elde ettiği sonuçlardan düşük bulunmuştur.

Silajların LA içerikleri 40,33-56,33 g/kg KM arasında değişmiştir. En yüksek LA içeriği 60. gün açılan kontrol silajlarında, en düşük LA içeriği ise 8. gün açılan zuruf katkılı silajda oluşmuştur. Su oranı yüksek olan ürünlerde suda çözünebilir karbonhidrat

(SÇK) oranının yüksek olması halinde LAB' lerinin faaliyeti artırarak sonuçta daha düşük pH'lı yüksek LA içeriğine sahip silaj elde edilmektedir (McDonald ve ark. 1991). Tüm silajlarda fermantasyonun ilerlemesiyle LA miktarı artmıştır (P<0.05). Ancak, zuruf katkısı silajdaki LA artış hızını yavaşlatan bir etki göstermiştir (P<0,05). Bitki bünyesinde, hasatla birlikte başlayan solunum bazı enzimlerin faaliyet göstermesini sağlar. Bu enzimler ortamdaki polisakkaritleri monomerlere indirgeyerek LAB için gerekli olan besinleri açığa çıkarırlar (Kung ve Shaver 2001). Laktik asit (LA) fermantasyonu, LAB tarafından ortamda bulunan SÇK'ları kullanarak LA üretmeleri ile gerçekleşmektedir (Duniere ve ark. 2013). Zurufun silajlarda LA konsantrasyonunu azaltan etkisi, Barmaki ve ark. (2018)' nin düşük kuru maddeli mısır silajına yonca samanı ilave ettiği ve Azman (2017)'nin yonca silajına meşe palamudu ilave ettiği çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Bu çalışmalarda katkı maddelerinin KM'yi artırmasıyla azalan fermantasyona bağlı olarak LA konsantrasyonlarının düştüğü bildirilmiştir. Bu çalışmada da, zuruf ilavesinin silaj KM'sini artırması ve kontrol silajına göre LA konsantrasyonunu düşürmesi fermantasyon hızını ve buna bağlı olarak LA konsantrasyonunu etkileyebileceğini düşündürmektedir (McDonald ve ark. 1991). Laktik asit (LA) silajdaki diğer asitlerden (örn: asetik, propiyonik ve bütrik asit) daha güçlü bir asittir. Bu nedenle, silaj pH'sındaki düşüşten sorumludur (Kung ve Shaver 2001). Laktik asit (LA), silodaki yemin bozulmadan kalmasını sağlar (Filya 2014, Mohd-Setapar ve ark. 2012). Bu nedenlerle silajda diğer asitlerden daha yüksek miktarda olması istenir. Kaliteli bir silajda LA düzeyi KM'de de en az %2 olmalıdır (Alçıçek ve Özkan 1997, Kung ve Shaver 2001, Geren ve Kavut 2009, Kung 2008). Kung (2010)'un bildirdiği üzere kaliteli bir silajda LA yoğunluğu, toplam silaj asitlerinin %65-70 oranından düşük olmamalıdır. Mevcut araştırmada, tüm silajların LA içeriği KM'de % 2'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Kontrol silajlarının diğer silaj asitlerine göre yoğunluğu açım gününe göre (8., 21. ve 60.gün) sırasıyla %60, %73 ve %79 olmuştur. Zuruf katkılı silajlarda ise açım gününe göre (8., 21. ve 60.gün) sırasıyla %62, %75, %80 olarak tespit edilmiştir. Zuruf katkılı silajların LA içerikleri kontrol silajına göre düşük bulunmuştur (P<0,05). Ancak, zuruf içeren silajlarda bulunan LA yoğunluğunun toplam silaj asitlerine oranı kontrol silajlarından daha yüksek gerçekleşmiştir. Nitekim benzer sonuçlar, Barmaki ve ark. (2018)'nin düşük KM'ye

sahip mısır silajına yonca samanı ilave ettiği çalışma ile Babaeinasab ve ark. (2015)'nın patates posası silajına buğday samanı ilave ettiği çalışmalarda da ortaya konmuştur.

Asetik asit (AA), LA'den sonra silajda en yoğun bulunan asittir. Kaliteli bir silajda KM'de %1-3 arasında olması istenir (Kung 2018). Asetik asit antifungal etkisi sayesinde silajların yemlemede kullanılmak üzere açıldığında yani silaja sınırsız bir hava girişi olduğunda, silajları bozulmaya karşı korumaya katkı sağlar. Ancak, çok yüksek AA varlığı; enterobakteri, *clostridia* veya heterolaktik asit bakterilerinin baskın olduğu ve silaj KM'sinin düşük olduğu anlamına da gelir (McDonald ve ark. 1991). Bu araştırmada silajların AA içerikleri 11,63-26,39 g/kg KM aralığında belirlenmiştir (Çizelge 4.3). En yüksek AA içeriği 8. gün açılan kontrol silajında, en düşük AA içeriği 60. gün açılan zuruf katkılı silajlarda tespit edilmiştir. Tüm silajlarda açım gününe paralel olarak AA içeriği azalmıştır ($P<0,05$). Bunun nedeni; silaj ortamında LAB popülasyonunun baskın olması, AA üreten bakterilerin faaliyetlerinin engellenmesidir. Aldemir ve Bolat (2019)'ın süt olum döneminde hasat ettikleri tritikale silajına farklı seviyelerde kuru şeker pancarı posası ilave etmişler ve silaj KM'sinin artmasına bağlı olarak silaj AA içeriğinin düştüğünü belirlemişlerdir. Mevcut araştırmamızda da, mısır silajına zuruf katkısı silajların AA içeriğini düşürmüştür ($P<0,05$). Bu sonuç Aldemir ve Bolat (2019)'un bildirişi ile uyumludur. Tüm silajlarda tespit edilen AA içerikleri Kung (2018)'un bildirdiği iyi kaliteli bir silajda olması gereken seviyelerde (%1-3) gerçekleşmiştir.

Propiyonik asit bakterileri (PAB), silajda bulunan glikoz ve LA'yi kullanarak AA ve propiyonik aside (PA) fermente ederler (Moon 1983). Bu organizmalar normal silaj ortamında bulunan diğer mikroorganizmalar ile rekabet edemedikleri için az miktarlarda PA üretimi gerçekleşir (Kung ve Shaver 2001). Kung (2018), PA miktarının KM'de % 0,1'den az olması gerektiğini bildirmiştir. Bu araştırmada silajların PA içerikleri 0,94-2,04 g/kg KM aralığında değişmiştir. Silajlarda PA içeriği en yüksek 8. gün açılan kontrol silajlarında, en düşük 21. gün açılan zuruf katkılı silajlarda bulunmuştur. Açım günlerinin PA içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Tüm silajlarda fermantasyonun ilerlemesiyle PA içeriği düşmüştür ($P<0,05$). Propiyonik asit (PA) içeriğinde oluşan bu düşüşe zuruf katkısının etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Benzer sonuçlar, Barmaki

ve ark. (2018), Aldemir ve Bolat (2019) ve Babaeinasab ve ark. (2015)'nin çalışmalarında da bildirilmiştir. Nitekim araştırmacılar, absorbant ilave edilmiş silajlarda kontrol silajlarına göre daha düşük PA içeriği bulmuş ve artan KM'ye bağlı olarak PA içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca Parker ve Moon (1982)'ın bildirisine göre PA üreten bakteriler, LAB'lerinin kullanabileceği metabolitler üreterek LAB ile simbiyotik bir ilişki kurarlar. Bu çalışmada PA içeriğinin en yüksek olduğu silolamanın 8. gününde açılan silajlarda LAB popülasyonunda yüksek olması (Çizelge 4.4) bu bildiriye doğrular niteliktedir. Kontrol silajları PA içeriği bakımından tüm açım dönemlerinde Kung (2018) kaliteli bir silajdaki olması gereken PA miktarından (KM'de % 0,1'den az) daha yüksek bulunmuştur. Zuruf katkılı silajlarda ise 21. günden sonra oluşan PA miktarı Kung (2018) bildirişinden düşüktür.

Clostridia türü bakteriler, bütrik asit üretmeleri ve amino asitleri besleme değeri düşük çeşitli ürünlere parçalamaları nedeniyle silaj ortamında bulunmaları istenmez. Silolanacak ürünün KM' sinin düşük olması *clostridia* bakterilerinin gelişmesine olanak sağlayan bir unsurdur. *Clostridia* bakterilerinin engellenmesinde yararlanabilecek yöntem silolanacak ürünün hasat zamanını iyi ayarlamak yani ürünün KM 'sinin %30 un üzerinde olmasını sağlamaktır. Uygun hasat dönemide hasat edilemiyorsa, silolanacak ürün soldurulmalıdır. *Clostridia* bakterilerin çoğalmasını engellemede kullanılacak bir diğer en yaygın yol, LA fermantasyonunu teşvik etmek ve silaj pH'sında hızla düşüş sağlamaktır (McDonald ve ark. 1991, Pahlow ve ark. 2003). Bazı *clostridia* türleri, sakarolitik şekerleri BA'e fermente edebilirken bazıları LA'ı BA'e dönüştürebilirler (Kung 2018). Mevcut araştırmada, silajların BA yoğunlukları 0,18-0,26 g/kg KM arasında değişmiştir. En yüksek BA içeriği 60. gün açılan kontrol silajlarında, en düşük BA içeriği 8. ve 21. günde açılan zuruf katkılı silajlarda saptanmıştır (Çizelge 4.3). Açım günlerinin BA üzerine etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05). Zuruf katkısı, silajların BA içeriğini kontrol silajlarına göre önemli derecede azaltmıştır (P<0,05). Benzer bulgular, Aldemir ve Bolat (2019), Babaeinasab ve ark. (2015) ve Barmaki ve ark. (2018) tarafından da elde edilmiştir. *Clostridia* bakterileri silaj KM'sinin %30'un altında olduğunda faaliyet gösterirler (Meyer ve ark. 1985). Bu çalışmada, kontrol silajlarının KM içeriklerinin %30'un altında olması (%25,35-25,80), BA konsantrasyonunun zuruf katkılı silajlara göre yüksek oluşu, bu bildirişleri doğrular

niteliktedir. Silaj KM içeriğinin %30' un üzerine çıkarılması (zuruf katkılı silajlar) ile BA yoğunluğunun azalması diğer yapılan araştırmalarda da elde edilmiştir (O'kiely 1991, Moore ve Kenedy 1994).

Silajların mikrobiyolojik özellikleri saptanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların mikrobiyal yapısı üzerine etkisi

Parametreler	Kontrol			Mısır + Zuruf			SH	P değeri		
	8. gün	21. gün	60. gün	8.gün	21.gün	60.gün		Günler	Muamele	Günler*Muamele
LAB (cfu/g KM)	9,14 ^a	8,34 ^b	7,00 ^c	9,07 ^a	8,99 ^a	7,42 ^c	0,104	*	*	*
Küf (cfu/g KM)	0	0	0	0	0	0		ÖD	ÖD	ÖD
Maya (cfu/g KM)	3,37	4,77	4,97	4,51	4,25	4,15	0,355	ÖD	ÖD	*

LAB: Laktik asit bakterisi, cfu: koloniform ünite, SH: Standart Hata, ÖD: Önemli değil, *P<0,05, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Silajların LAB popülasyonu 7,00-9,14 cfu/g KM arasında değişmiştir. En yüksek LAB popülasyonu 8. gün açılan kontrol silajlarında, en düşük LAB popülasyonu 60. gün açılan kontrol silajlarında belirlenmiştir. Tüm silajlarda fermantasyonun ilerlemesi ile LAB popülasyonunda bir azalma görülmüştür (P<0,05). Silajlarda zuruf kullanımı LAB popülasyonunun düşüş hızını azaltmıştır (P<0,05). Tüm silajların LAB sayıları son açımında (60. gün) en düşük değeri almıştır. Bunun nedeni, silajlarda pH'ın ve LAB faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan fermente olabilen besin maddelerinin azalmasıdır (McDonald ve ak. 1991). Maya popülasyonunu değerlendirdiğimizde, silajlarda mayalar 3,37-4,97 cfu/g KM arasında değişmiştir. Silajlarda en yüksek maya popülasyonu 60. gün açılan kontrol grubunda belirlenmiştir. Çalışmanın en düşük maya popülasyonu ise 60. gün açılan zuruf katkılı silajlarda gözlenmiştir. Kontrol silajlarında fermantasyonun ilerlemesine paralel olarak maya varlığı artmıştır. Ancak, bu artışlar önemsiz bulunmuştur (P>0,05). İlk açım dönemi (8. gün) haricinde zuruf kullanımıyla maya popülasyonu azalmış ancak bu azalış önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Mayaların silajda bulunmaları iki sebeple istenmez. Bunlardan birincisi, silajın hava aldığı koşullarda bozulmasından sorumludurlar. İkincisi ise, LAB' leri ile rekabete girerek

şekerleri hiçbir koruyucu özelliği olmayan etanole fermente etmeleridir (McDonald ve ark. 1991). Kontrol silajlarında maya popülasyonunun zuruf katkılı silajlara göre sayısal olarak daha fazla olması, mayaların besin maddesi olarak kullanabileceği SÇK' ların zuruf katkılı silajlara göre daha fazla içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim su oranı yüksek olan ürünlerde suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) oranının yüksek olması beklenmektedir (McDonald ve ark. 1991). Silajlardaki yüksek sayıda bulunan mayalar genellikle yüksek etanol konsantrasyonlarıyla ilişkilidir (Kung 2018). Çizelge 4.3'de silajların etanol içeriği, maya popülasyonunda oluşan değişimle uyum içerisindedir. Tüm silajların LAB popülasyonu bazı araştırmacıların (Kaya ve Polat 2010, Jatkauskas ve ark. 2018, Silva ve ark. 2017) mısır silajında belirledikleri LAB popülasyonlarından (3,76–6,69 cfu/g KM) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tüm silajların maya varlığı, Kaya ve Polat (2010) bildirdiği değere (4,55 cfu/g KM) yakın, Mutlu ve ark. (2012)'nin değerlerinden (2,17 cfu/g KM) daha yüksek, Silva ve ark. (2017)'nin araştırmasında belirlediği maya varlığından (5,23 cfu/g KM) daha düşük bulunmuştur. Mevcut araştırmada, açılan hiçbir silajda küf gelişimine rastlanmamıştır. İyi kapatılmış düşük pH'lı ve anaerobik koşulların sağlandığı silo koşulları küflerin gelişmesine uygun değildir. Küfler genellikle silonun hava almaya açık olan yerlerinde ve yüzey kısımlarında gelişirler. Küflerin silaj ortamında bulunmaları istenmez. Çünkü küfler normal solunum yolu ile sadece şekerleri ve laktik asidi parçalamakla kalmazlar, sellüloz ve diğer hücre duvarı bileşenlerini de hidrolize ederler.

Silajların aerobik stabilite testine ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların aerobik stabilitesi üzerine etkisi

Parametreler	Kontrol	Mısır + Zuruf	SH	P değeri
pH	3,64 ^b	3,79 ^a	0,022	*
CO ₂ (g/kg KM)	3,42 ^a	1,79 ^b	0,651	*
LAB (cfu/g KM)	7,26 ^b	8,51 ^a	0,225	*
Maya Küf (cfu/g KM)	7,18 ^a	7,59 ^a	0,115	P=0,07
Görsel küflenme**	3	2		

SH: standart hata, CO₂: karbondioksit, KM: kuru madde, LAB: Laktik asit bakterisi, cfu: koloniform ünite, *P<0,05.

**Silajların küflenme durumlarının görsel olarak 1' den 5' e kadar olan sayılarla değerlendirilmesidir. 1: hiç küf içermeyen bir silaj, 2: noktalar halinde çok çok az düzeyde küf içeren bir silaj, 3: noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küf içeren bir silaj, 4: yüzeyi kısmen küf ile kaplı, bölge bölge küflenmiş yüzeyleri olan bir silaj, 5: yüzeyi tamamen küf ile kaplı, ağır bir kokuya sahip ve partikülleri birbirine yapışmış bir silaj. Bu değerlendirmeler iki kişi tarafından yapılmış ve daha sonra ortalaması alınmıştır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Silolamanın 60. gününde silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Beşinci gün sonunda, zuruf katkısı pH'yı (3,79) ve LAB popülasyonunu (8,51 cfu/g KM) kontrol silajlarına göre artırmıştır ($P<0,05$). Diğer yandan, zuruf katkısı silajların CO₂ gazı (1,79 g/kg KM) üretimini düşürmüştür ($P<0,05$). Beş günlük aerobik dönemde maya-küf popülasyonu kontrol (7,18 cfu/g KM) ve zuruf katkılı silajlarda (7,59 cfu/g KM) benzer bulunmuştur ($P>0,05$). Silajı yapılacak ürünün nem içeriği aerobik stabiliteyi etkileyen en önemli faktördür (Wilkinson ve Davies 2013). Bu denemede kontrol silajlarının KM içeriğinin (%25,35) düşük olması, yüksek su aktivitesine yol açmıştır. Nitekim Wu-tai ve ark. (2002) ve Filya ve ark. (2000)'nin bildirdikleri üzere silajın havayla temas etmesiyle LA'in mayalar tarafından tüketilerek CO₂ üretimi ve maya-küf sayıları artmaktadır. Mevcut araştırmada silajın KM içeriğinin (%33,05) ideal oranlara yükseltmesi maya ve küf faaliyetlerini önemli ölçüde sınırlandırmıştır. Buda LAB popülasyonun, zuruf katkılı silajlarda kontrol silajlarına göre daha yüksek olmasına sebep olmuştur. Nitekim zuruf katkılı silajların görsel küflenme değeri kontrol silajlarından düşük bulunmuştur. İyi fermente olmuş mısır silajının kullanılmak üzere açıldığı dönemde görsel küflenme ile ilgili elde edilen bulgular mısır silajı ile yapılan diğer çalışmalar ile uyumludur (Sucu 2009, Altınçekiç ve Filya 2018).

Silajların *in vitro* gaz üretimi (ml), organik madde sindirimi (OMS, %), metabolik enerji (ME, MJ/kg KM) ve net enerji laktasyon düzeyleri (NEL, MJ/kg KM) ile protozoa sayılarına (cfu/g) ilişkin elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6 'da verilmiştir.

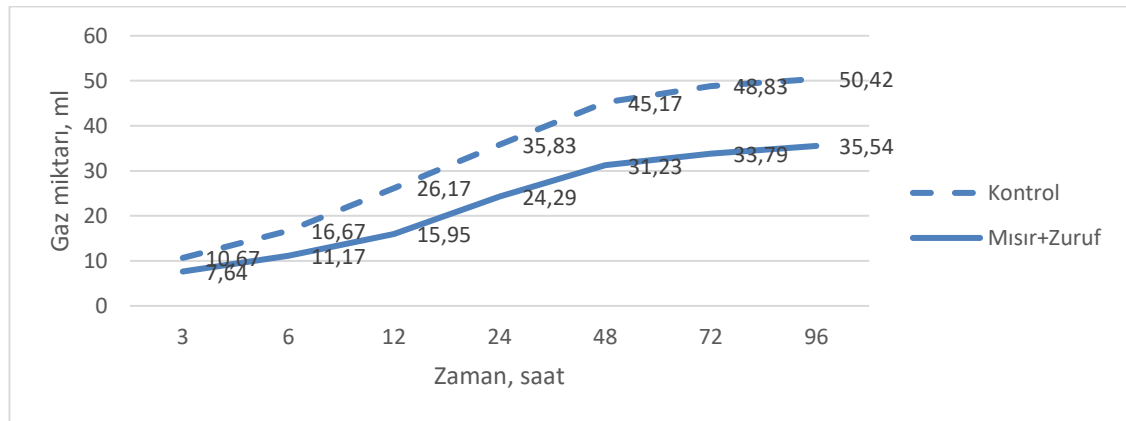
Zuruf katkısı mısır silajının zamana bağlı *in vitro* gaz üretimi değerini önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0,05$). Nitekim Babaeinasab ve ark. (2015)'nin mısır silajında patates ve buğday samanı karışımı kullandığı çalışmasında, Atalay (2009)'ın melas ve defne yaprağı kullandığı yonca silajı çalışmasında ve Denek ve ark. (2017)'nin mısır silajına antep fıstığı dış kabuğu kullandığı çalışmalarında KM'yi artırıcı nitelikteki katkı maddeleri *in vitro* gaz üretim değerini düşürmüştür. Mevcut araştırmamızda zuruf katkılı silajların NDF, ADF ve ADL içerilerinin kontrol silajından daha yüksek, HP içeriğinin ise kontrol silajından daha düşük olması (Çizelge 4.2) *in vitro* gaz üretim değerinin düşmesinde etkili olmuştur. Rezaei ve ark. (2009)'nin bildirdiği üzere rumen bakterilerine daha fazla HP sunulması gaz üretimini artırırken, hücre duvarı

bileşenlerinin fazla olması gaz üretimini düşüren bir unsur olarak söylenebilir. Ayrıca, rumen mikroorganizmalarının kullanabileceği karbonhidrat miktarıyla gaz çıkışı doğru orantılıdır (Blummel ve Ørskov 1993). Zuruf katkılı silajların kontrol silajlarına göre daha düşük karbonhidrat içermesinin bir sonucu olarak daha az gaz üretimi gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.6. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların *in vitro* gaz üretimi (ml), organik madde sindirimi (OMS, %), metabolik enerji (ME, MJ/kg KM) ve net enerji laktasyon düzeyleri (NEL, MJ/kg KM) ile protozoa sayıları (cfu/g) üzerine etkisi

İnkübasyon süresi (saat)	Kontrol	Mısır + Zuruf	SH	P değeri
pH	6,61	6,64	0,044	ÖD
3	10,67 ^a	7,64 ^b	0,399	*
6	16,67 ^a	11,17 ^b	0,660	*
12	26,17 ^a	15,95 ^b	0,623	*
24	35,83 ^a	24,29 ^b	0,712	*
48	45,17 ^a	31,23 ^b	1,136	*
72	48,83 ^a	33,79 ^b	1,552	*
96	50,42 ^a	35,54 ^b	1,934	*
OMS (%)	53,67 ^a	44,24 ^b	0,706	*
ME (MJ/kg KM)	7,95 ^a	6,31 ^b	0,111	*
NEL (MJ/kg KM)	4,45 ^a	3,24 ^b	0,080	*
Protozoa (cfu/g)	5,42 ^b	5,59 ^a	0,030	*

cfu: koloniform ünite, OMS: Organik madde sindirimi, ME: Metabolik enerji, NEL: Net enerji laktasyon, SH: Standart Hata, ÖD: Önemli değil, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (*P<0,05).



Şekil 4.1. Silajların rumende zamana bağlı *in vitro* gaz üretim değerleri, (ml)

Bu çalışmada, zuruf katkısı silajların OMS derecesini kontrol silajına göre yaklaşık olarak %17,6 oranında düşürmüştür ($P<0,05$). Silajların ME içeriği de zuruf katkısıyla 7,95 MJ/kg KM'den 6,31 MJ/kg KM'ye düşmüştür. Zuruf katkısının silajların *in vitro* gaz üretim değerlerinde yarattığı düşüş, OMS ve ME düzeylerini de negatif yönde etkilemiştir. Benzer sonuçlar, Atalay (2009), Babaeinasab ve ark. (2015), Denek ve ark. (2017) ve Paydaş ve ark. (2019)'nın çalışmalarında da elde edilmiştir. Bazı absorbant özellikteki katkı maddeleri silaj suyu oluşumunu azaltırken, aynı zamanda silajın besleme değerini de düşürebilirler. Örneğin, arpa samanının çayır otu silajının rumen parçalanabilirliğini düşürdüğü bildirilmiştir (Woolford ve ark.1983, Jones ve Jones 1996). Bir diğer araştırmada ise düşük KM' li mısır silajında absorbant nitelikteki çeşitli katkıların kullanımı (öğütülmüş arpa (% 5 ila 15), toz peynir altı suyu (% 5 ila 15)) mısır silajının besleyici değerini artırmıştır (Khorvash ve ark. 2006).

Rumende bulunan mikroorganizmaların biyokütlesel olarak yarısından fazlasını protozoalar oluşturmaktadır. Sayısal olarak ise rumen sıvısının her ml'sinde $10^5 - 10^7$ arasında var olmaktadır (Williams ve Coleman 1997). Protozoalar, rumende bulunan nişasta ile beslenmekte ve rumen bakterileri tarafından nişastanın fazla miktarda kullanılmasını yani uçucu yağ asidine çevrilmesini önlemektedirler. Ayrıca, bazı tip protozoalar sellülitik bakterileri de tüketirler (Galindo ve ark. 2014). Ruminal metanojenlerin yaklaşık %9 ila %25'i protozoa ile birlikte yaşadığı bilinmektedir (McAllister ve Newbold 2008). Bu durumlar göz önüne alındığında rumende protozoa sayısının artması; sellülitik mikroorganizmaları azaltabilir, rumen pH'sının stabilizasyonunu etkileyebilir, serbest amonyak seviyesini ve metanogenezi artırabilir, farklı rasyonların, özellikle lif içeriği yüksek olanların sindirim verimliliğini düşürebilirler (Makkar 2005). Bu bilgiler ışığında, mısır silajına zuruf katılması rumendeki protozoa sayısını önemli miktarda artırmıştır ($P<0,05$, Çizelge 4.6). Bu artışla beraber zuruf katkısı aynı zamanda silajların ME, NEL ve OMS düzeyini (Çizelge 4.6) düşürmüş olması bu sonucu doğrular niteliktedir. Ancak, silajların sindirilme derecelerini, enerji içeriklerini ve rumen protozoa sayısını etkileyen birçok faktör olduğundan kesin bir sonuca varmak oldukça güçtür. Rumendeki diğer mikroorganizmaların durumu incelenmeli, rumendeki amonyak miktarının ve uçucu yağ asitlerinin nasıl etkilendiği de tespit edilmelidir. Kontrol silajlarının rumen protozoa

varlığı 5,42 cfu/g olarak bulunmuştur. Bu değer, Noorian ve Rouzbehan (2017)'nin değerleriyle uyumlu bulunmuştur. Ancak, Chahaardoli ve ark.(2017)'nin bildirişlerinden daha yüksek ve Zhang ve ark. (2016)'nin bildirişinden daha düşük olduğu görülmüştür.

Silajların *in vitro* gaz üretim parametrelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Mısır silajına fındık zurufu katkısının silajların *in vitro* gaz üretim parametreleri üzerine etkisi

İnkübasyon süresi (saat)	Kontrol	Mısır + Zuruf	SH	P değeri
a	5,04	4,03	0,631	ÖD
b	45,23 ^a	31,89 ^b	1,489	*
a+b	50,28 ^a	35,92 ^b	0,099	*
c	0,18	0,05	1,972	ÖD

a: ilk anda oluşan gaz hacmi (ml), b: süreye bağlı olarak oluşan gaz hacmi (ml), a+b, toplam gaz üretimi (ml), c: gaz üretim hız sabiti (ml/saat), SH: Standart Hata, ÖD: Önemli değil, aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05), *P<0,05.

In vitro gaz üretim parametrelerinden (Çizelge 4.7) ilk anda oluşan gaz hacmini ifade eden “a” değeri zuruf katkılı silajlarda (4,03 ml) kontrol silajına (5,04 ml) göre rakamsal olarak daha düşük tespit edilmiştir. Ancak, bu fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05). ”a” değeri kolay fermente olan KM miktarını ifade etmektedir (Sarıçiçek ve Kılıç 2011). Bu durumda, zuruf katkısının kolay fermente olabilir KM miktarını bir miktar düşürdüğü söylenebilir.

Kontrol silajında 45,23 ml olan “b” değeri zuruf katkısıyla 31,89 ml’ye düştüğü, a+b değerinde buna bağlı olarak 50,28 ml’den, 35,92 ml’ye düştüğü tespit edilmiştir (P<0,05). Süreye bağlı olarak değişen gaz hacmini ifade eden, ayrıca silajın yavaş fermente olan kısmından üretilen gaz miktarını gösteren “b” değeri ve toplam gaz üretimini gösteren “a+b” değerleri zuruf katkılı silajlarda önemli düzeyde düşmüştür (P<0,05). Atalay (2009)’da defne yaprağı ve melas katkısıyla hazırladığı yonca silajı denemesinde de benzer sonuçları elde etmiştir. Araştırmacı, bunun nedeninin defne

yaprağında bulunan tanenin rumen mikroorganizmaları üzerindeki olumsuz etkisi ile silolama ve fermantasyon sürecinde tanenle diğer besin maddelerinin sindirilemeyen bileşikler oluşturmasından kaynaklandığını bildirmiştir. “b” değeri ile ilgili elde edilen bulgular Çizelge 4.6’da gösterilen zamana bağlı gaz çıkışı verileri ile ME, NEL ve OMS değerleri ile paralellik göstermektedir. Kontrol silajının süreye bağlı oluşan gaz hacmi (b), Salem ve ark. (2016)’nin bildirişine yakın (47,16 ml), Atalay (2009)’nın çalışmasından (68,2 ml) düşük bulunmuştur.

Zuruf katkısı gaz üretim hız sabitini (“c”) etkilememiştir ($P>0,05$). Kontrol silajların “c” sabiti (0,049 ml/saat) Babaeinasab ve ark. (2015) ve Sarıçiçek ve Kılıç (2009)’ in çalışma sonuçlarına (0,059-0,40 ml/saat) yakın, Atalay (2009)’ın çalışmasından (0,068 ml/saat) düşük bulunmuştur. Zuruf katkılı silajlarda ise, Babaeinasab ve ark. (2015)’nin patates posası ve saman ilaveli mısır silajı ve Sarıçiçek ve Kılıç (2009)’ in mısır silajına saman kullandığı denemelerden elde edilen sonuçlardan (0,056 - 0,050 ml/saat) düşük, Salem ve ark. (2016)’nin ryegrass silajına söğüt yaprağı kullandığı araştırmasından elde ettiği sonuca (0,046 ml/saat) yakın bulunmuştur.

5. SONUÇ

İkinci ürün silajlık mısır genellikle Haziran-Temmuz aylarında ekilip Eylül-Ekim aylarında hasat edilmektedir. Ancak, üreticilerimizin silajlık ürününün yağmur, don vb. iklimsel olaylardan zarar görme korkusuyla erken hasat etmesi, düşük kuru maddeli (su içeriği yüksek) silaj üretimine yol açmaktadır.

Düşük KM' li bitkilerin neden olduğu olumsuzlukların başında *clostridium* türü bakterilerin büyümesini engelleyen kritik pH materyalin su içeriğine bağlı olarak artmaktadır. Silolanan materyalin SÇK düzeyinin düşük olmasına bağlı olarak *clostridium* bakterilerinin neden olduğu fermantasyon artacağından elde edilen silajın besleme değeri daha da az olur. Laktik asit fermantasyonunu sağlayacak yeterli SÇK olması durumunda bile tüketilecek KM düzeyinin düşük olması besleme açısından bu tip silajların tercih edilmemesini sağlayabilir. Su oranı yüksek bitkilerin silolanması sonucunda büyük hacimlerde ortaya çıkacak silaj suyunun neden olacağı çevre sorunları önemli bir tehdittir. Ayrıca, bu su ile sindirilme derecesi yüksek değerli besin maddeleri yitirilmektedir. Silaj suyu üretiminin azaltılmasında uygulanabilecek en iyi yöntem soldurmadır. Ancak hava koşullarının uygun gitmemesi nedeniyle her zaman gerçekleştirilebilecek bir yöntem değildir. Su içeriği yüksek silajlık ürüne su emme özelliğine sahip katkı maddelerinin karıştırılması başvurulacak diğer bir yoldur.

Fındık zurufu üretimi 2. ürün mısır silajının hasat dönemine denk gelmektedir. Fındık zurufu yüksek KM' ye sahip (%76,98) büyük bölümü sellülozdan oluşan kompleks karbonhidratlarca zengindir. Yüksek lifli materyallerin su emme kapasiteleri de yüksektir. Dolayısıyla, silajlık ürünün KM' sini artıracak bir katkı maddesi olarak iyi bir fırsattır. Bu araştırmada, 2. ürün mısıra (%26.61) fındık işleme artığı olan fındık zurufu ilavesinin silaj fermantasyonu, mikrobiyal yapı, aerobik stabilite ve hücre duvarı bileşenleri ile *in vitro* besin maddeleri sindirilebilirlikleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

Zuruf katkısı mısır silajının KM içeriğini (%33,05) artırmıştır. Buna paralel olarak silajların KMK'nı ve küf-maya faaliyetlerini azaltmış, LAB papülasyonunu artırmış ve

aerobik stabiliteyi geliştirmiştir. Fındık zurufu lifli yapısı nedeniyle mısır silajının hücre duvarı bileşenlerini artırmıştır. Zuruf katkısı silajların fermantasyon parametrelerini iyileştirmiş ve kaliteli bir silajda istenilen niteliğe yaklaştırmıştır. Dolayısıyla, fındık zurufu kimyasal özellikleri nedeniyle 2.ürün silajlık mısırın hasat edildiği dönemdeki düşük olan KM'sini ideal KM oranına taşıyacak yeni bir silaj katkı maddesini temsil edebilir. Diğer yandan, zuruf katkısı silajların besleme değerinin bir göstergesi olan ME, NEL ve OMS düzeylerini bir miktar düşürmüştür.

Bu araştırmada, % 26,61 KM içeriğine sahip ikinci ürün mısır silajına doğal halde %15 düzeyinde fındık zurufu ilave edilmiştir ve mısır silajının KM'si ideal kabul edilebilecek düzey olan %33,05 KM' ye ulaşması sağlanmıştır. Ancak gelecek çalışmalarda, farklı oranlarda fındık zurufu ilavesinin silaj kalitesini nasıl etkileyeceğinin araştırılması da yararlı olacaktır. Diğer yandan bu çalışma, silaj için ideal anaerop ortamı sağlayan laboratuvar tipi silolarda gerçekteştirilmiştir. Bu nedenle, silajla ilgili elde edilen kayıp ve kazançlar minimum düzeydedir. Gelecek çalışmaların saha koşullarında büyük ölçekli silolarda gerçekteştirilmesi, fındık zurufunun silaj kalitesini nasıl etkileyeceğinin araştırılması faydalı olacaktır. Ayrıca, fındık zurufu katkısının silaj kalitesinde sağladığı faydaların *in vivo* koşullarda gerçekteştirilecek hayvan deneyleriyle daha net ortaya konmasında fayda vardır.

KAYNAKLAR

Akdeniz, B., Özarslan, C. 2018. The effects of different chopping lengths and compressing pressures on corn silage quality at two stage of maturity. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1): 30-36.

Alçıçek, A. ve Özkan, K. 1996. Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması. Türkiye I. Silaj Kongresi, 16- 19 Eylül 1996, İstanbul, s.241-247.

Alçıçek A., Aşyalı N. 1997. Silo yemlerinde meydana gelen besin madde kayıpları ve düzeyini etkileyen faktörler. Türkiye Birinci Silaj Kongresi,Hasad Yayıncılık, s.271-277.

Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V., Özdoğan, M. 2010. Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/819fb9034f79627_ek.pdf-(Erişim tarihi: 01.04.2018).

Altınçekiç, E., Filya, İ. 2018. Effect of using bacterial inoculant and organic acid on the aerobic stability and feed value of small bale maize silages containing low dry matter. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(7): 887-892.

Anonim, 2017. T.C Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü 2017 yılı fındık raporu, <https://ticaret.gov.tr/data/5d41e59913b87639ac9e02e8/5a8f33451b0b1c563438bc587875a5a3.pdf>-(Erişim tarihi: 17.12.2019).

Anonim 2018. Ordu’da fındık toplama tarihleri belli oldu. <http://www.ordu.gov.tr/orduda-findik-toplama-tarihleri-belli-oldu>-(Erişim tarihi: 15.08.2018).

Anonim, 2020a. Yem bitkisi istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>-(Erişim tarihi: 17.4.2020).

Anonim, 2020b. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>-(Erişim tarihi: 19.03.2020).

Anonim, 2020c. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>-(Erişim tarihi: 11.02.2020).

Anonim, 2020d. Türkiye fındık üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>-(Erişim tarihi: 19.4.2020).

AOAC, 1990. Official methods of analysis. 16th. ed. Arlington, VA. U.S.A.

AOAC, 2000. Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), International, William, H. (ed). 17th ed., Gaithersburg, MD, USA: Official Method 962.09.

Arriola, K. G., Kim, S. C., Adesogan, A. T. 2011. Effect of applying inoculants with heterolactic or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation and quality of corn silage. *Journal of dairy science*, 94(3): 1511-1516.

Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y., Horev, B. 1991. A simple system to determine the aerobic determination of silages. *Can. Agric. Eng.*, 33: 391–395.

Ashbell, G., Weinberg, Z., 2006. Silage production and utilization. Food and Agriculture Organization, FAO Electronic Library.

Atalay, A. İ. 2009. Melas ve defne yaprağı karışımının yonca silajı yapımında kullanımını ve silaj kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

Aydemir, F., Altundag, H., İmamoglu, M. 2012. Removal of Cr(VI) from aqueous solution by hazelnut husk carbon. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21 (11): 3589-3594.

Azman, M.A. 2017. Yonca silajına meşe palamudu katılmasının fermentasyon üzerine etkisi. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(6): 118-131.

Babaeinasab, Y., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H., Rezaei, J. 2015. Chemical composition, silage fermentation characteristics, and *in vitro* ruminal fermentation parameters of potato-wheat straw silage treated with molasses and lactic acid bacteria and corn silage. *Journal of animal science*, 93(9): 4377-4386.

Bal, M. A., Coors, J. G., Shaver R. D. 1996. Impact of maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *J. Dairy Sci.*, 80: 2497–2503.

Bal, M. A. 2006. Effects of hybrid type, stage of maturity, and fermentation length on whole plant corn silage quality. *Turkish Journal of Veterinarian and Animal Science*, 30(3):331-336.

Barker, S. B., Summerson, W. H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, 138: 535–554.

Barmaki, S., Alamouti, A. A., Khadem, A. A., Afzalzadeh, A. 2018. Effectiveness of chopped lucerne hay as a moisture absorbent for low dry-matter maize silage: Effluent reduction, fermentation quality and intake by sheep. *Grass Forage Sci.*, 73: 406–412.

Basmacıoğlu, H., Ergül, M. 2002. Silaj mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 43(1), 12-24.

Baytok, E., Aksu, T., Karşlı, M. A., Muruz, H. 2005. The effects of formic acid, molasses and inoculant as silage additives on corn silage composition and ruminal

fermentation characteristics in sheep. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(2): 469-474.

Bell, J. F., Offer, N. W., Roberts, D. J. 2007. The effect on dairy cow performance of adding molassed sugar beet feed to immature forage maize at ensiling or prior to feeding. *Animal feed science and technology*, 137(1-2), 84-92.

Boyne A., Eadie J.M., Raitt K. 1957. The development and testing of a method of counting rumen ciliate protozoa. *Journal of General Microbiology*, 17: 414-423.

Bhatta, R., Enishi, O., Yabumoto, Y., Nonaka, I., Takusari, N., Higuchi, K., Kurihara, M. 2013. Methane reduction and energy partitioning in goats fed two concentrations of tannin from *Mimosa* spp. *The Journal of Agricultural Science*, 151(1): 119-128.

Blajman, J. E., Paez, R. B., Vinderola, C. G., Lingua, M. S., Signorini, M. L. 2018. A meta-analysis on the effectiveness of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria for corn silage. *Journal of Applied Microbiology*, 125(6):1655-1669.

Boğa, M., Güven, İ., Atalay, A. İ., Kaya, E. 2013. Effect of varieties on potential nutritive value of pistachio hulls. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(4): 699-703.

Bolsen, K. K., Ashbell, G., ve Wilkinson, J. M., 1995. Silage additives: Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding, Editors: Wallace RJ, Chesson A., Wiley-VCH, Weinheim, Germany, pp: 33-54.

Bonaldi, D. S. 2017. Inoculação de *Bacillus subtilis* e seus metabólitos em silagem de milho. *Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, p.47.*

Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J., Muck, R. E. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5): 3952-3979.

Chahaardoli, A., Soroor, M. N., Foroughi, A. 2018. The effects of Anise (*Pimpinella anisum*) essential oil and extract on *in vitro* rumen fermentation parameters and protozoa population of sheep. *International Journal of Veterinary Science*, 7(1): 21-27.

Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Shimojo M., Yu, C., Shao, T. 2014. Effect of applying molasses and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage prepared with whole-plant corn. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(3): 349–356.

Cruz, S.S., Morais, A.B.F., Ribeiro, S.B., Oliveira, M.G., Costa, M. S., Feitosa, C.T.L. 2013. Resíduos De Frutas Na Alimentação De Ruminantes. *Revista Eletrônica Nutritime*, 10 : 2909-2931

Çam, M. A., Sarıca, M. 1996. Broiler üretiminde farklı altlık materyallerinin performansa ve altlık özelliklerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 11 (2): 139-148.

Çetinkaya, N., Kuleyin, Y. S. (2016). Evaluation of hazelnut Hulls as an alternative forage resource for ruminant animals. *Int. J. Agr. Bios. Eng.*, 10: 319-322.

Çöpür, Y., Güler, C., Taşcıoğlu, C., Tozluoğlu, A. 2008. Incorporation of hazelnut shell and husk in MDF production. *Bioresource Technology*, 99(15):7402–7406.

Dede, Ö.H., Özdemir, S. 2018. Development of nutrient-rich growing media with hazelnut husk and municipal sewage sludge. *Environmental Technology*, 39 (17): 2223–2230.

Demirel, C., Gürdil, G.A.K., Kabutey, A., Herak, D. 2020. Effects of forces, particle sizes, and moisture contents on mechanical behaviour of densified briquettes from ground sunflower stalks and hazelnut husks. *Energies sci.*, 13: 2542.

Denek, N., Can, A. 2006. Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, 65(3), 260-265.

Denek, N., Aydın, S. S., Can, A. 2017. The effects of dried pistachio (*Pistachio vera* L.) by-product addition on corn silage fermentation and *in vitro* methane production. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 185-189.

Dok, M. 2014. Karadeniz bölgesinin tarımsal atık potansiyeli ve bunlardan pelet yakıt olarak yararlanılması. *Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı*, 28-29 Mayıs, Samsun: 211-222.

Driehuis, F., Oude Elferink, S.J., Spoelstra, S.F. 1999. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *J. Appl. Microbiol.*, 87: 583–594.

Driehuis, F., Oude Elferink, S.J. 2000. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. *Vet. Q.*, 22: 212–216.

Dunièrea, L., Sindoub, J., Chaucheyras-Durand, F., Chevallier, I., Thévenot-Sergenteta, D. 2013. Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*, 182: 1– 15.

Duru, A. A., Şerafettin Kaya, Ş. 2016. Farklı oranlardaki zeytin posası-mısır hasılı karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(12): 1201-1206.

Ergün, A., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M. K., Küçükersan, S., Şehu, A. 2004. Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Ankara

Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, 448s.

Ferreira, A. C. H., Neiva, J. N. M., Rodriguez, N. M., Campos, W. E., Borges, I. 2009. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(2), 223–229.

Filya, İ., Ashbell, G., Hen, Y. A., Weinberg, Z.G. 2000. The Effect Of Bacterial Inoculants On The Fermentation And Aerobic Stability Of Whole Crop Wheat Silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 88: 39–46.

Filya, İ., 2014. Silaj Yapımı, Teknoloji ve Kullanımı. Sütüş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları No: 2, İstanbul.

Filya, İ., Canbolat, Ö. 2018. Beslenme Fizyolojisi ve metabolizma. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 115, Bursa, s.79-86.

Galindo, J., González, N., Marrero, Y., Sosa, A., Ruiz, T., Febles, G., Sarduy, L. 2016. Effect of tropical plant foliage on the control of methane production and *in vitro* ruminal protozoa population. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(4):359-364.

Gallo, A., Bernardes, T. F., Copani, G., Fortunati, P., Giuberti, G., Bruschi, S., Masoero, F. 2018. Effect of inoculation with *Lactobacillus buchneri* LB1819 and *Lactococcus lactis* O224 on fermentation and mycotoxin production in maize silage compacted at different densities. *Animal Feed Science and Technology*, 246: 36-45.

Gebrehanha, M.M., Gordon, R.J., Madani, A., Vanderzaag, A.C., Wood, J.D. 2014. Silage effluent management: A review. *Journal of Environmental Management*, 143:113-122.

Geren, H., Kavut, Y. T. 2009. İkinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı sorgum (*Sorghum* sp.) türlerinin mısır (*Zea mays* L.) ile verim ve silaj kalitesi yönünden karşılaştırılması üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(1): 9-16.

Gomes, M. A. B., Moraes, G. V., Jobim, C. C., Santos, T. C., Oliveira, T. M., Rossi, R. M. 2015. Nutritional composition and ruminal degradability of corn silage (*Zea mays* L.) with addition of glycerin in silage. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(1): 2079-2091.

Gülser, C. 2016. Changes in soil physical properties with hazelnut husk and tobacco waste applications. VII International Scientific Agriculture Symposium, 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings, pp.2032-2036.

Gürdil, G., Demirel, B., Baz, Y., Demirel Ç. 2016. Pelleting hazelnut husk residues for biofuel. 6 th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 7 - 9 September 2016, Prague, Czech Republic, pp. 162-165.

Güven, İ. 2011. Gladiçya meyvesinin çayır otu silajında kullanımı. *Doktora Tezi*, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

Haigh, P. M. 1997. Silage dry matter content and predicted effluent production in England and Wales 1984–1994. *Journal of agricultural engineering research*, 66(1), 63-77.

Holzer, M., Mayrhuber, E., Danner, H., Braun, R. 2003. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends Biotechnol.*, 21: 282–287.

Hu, W., Schmidt, R.J., McDonell, E.E., Klingerman, C.M., Kung , L. 2009. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. *J. Dairy Sci.* 92, 3907–3914.

İmamoglu, M.,Tekir, O. 2008. Removal of copper (II) and lead (II) ions from aqueous solutions by adsorption on activated carbon from a new precursor hazelnut husks. *Desalination*, 228(1-3),108-113.

Jatkauskas, J., Vrotniakienė, V., Witt, K. L., Nielsen, N. G., Stoškus, R. 2018. Evaluation of silage additives and fermentation characteristics of maize forage using laboratory and field scale silo. In Proceedings of the XVIII International Silage Conference: 24-26 July 2018 Bonn, Germany/Edited by K. Gerlach and K.-H. Südekum. Bad Breisig: OundZ GmbH.

Jensen, C., Weisbjerg, M. R., Nørgaard, P., Hvelplund, T. 2005. Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 118(4): 279-294.

Jones, R., Jones, D. I. H. 1996. The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64(3): 173-186.

Kara, K. (2015). *In vitro* methane production and quality of corn silage treated with maleic acid. *Italian Journal of Animal Science*, 14(4): 3994.

Karaçetin, G., Sivrikaya, S.,İmamoğlu, M. 2014. Adsorption of methylene blue from aqueous solutions by activated carbon prepared from hazelnut husk using zinc chloride. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 110: 270–276.

Kavut, Y. T., Soya, H. 2012. An investigation on the silage quality characteristics of some maize (*Zea mays* L.) cultivars under aegean region conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(3): 223-227.

Kaya, Ö., Polat, C. 2010. Tekirdağ ili koşullarında I. ve II. ürün olarak yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin silaj fermantasyon özellikleri ve yem değerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* , 7 (3).129-136.

Khorvash, M., Colombatto, D., Beauchemin, K. A., Ghorbani, G. R., Samei, A. 2006. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Canadian Journal of Animal Science*, 86: 97–107.

Kılıç, A. 1983. Silolamada meydana gelen kayıplar üzerine silo kabının etkinliği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 20(3): 167-176.

Kılıç, Ü. 2005. Ruminant beslemede kullanılan bazı yem hammaddelerinin *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak bazı fermentasyon ürünlerinin ve enerji içeriklerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Samsun.

Kızılkaya, R. 2016. Effects of hazelnut husk compost application on soil quality parameters in hazelnut orchards in Turkey. EGU General Assembly, 17-22 April 2016, Vienna, Austria, vol:18.

Kung, L., Shaver, R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on Forage*, 3(13):1–5.

Kung, L. (2008). Silage fermentation end products and microbial populations: their relationships to silage quality and animal productivity. Annual Conference of the American Association of Bovine Practitioners, Sept 25-27, Charlotte, NC

Kung, L. (2010). Understanding the biology of silage preservation to maximize quality and protect the environment. *California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference*, , California,USA, pp. 1-2.

Kung, L. 2018. Silage fermentation and additives. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 26(3-4).

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

Leterme, P., Thewis, A., Culot, M. 1992. Supplementation of pressed sugar-beet pulp silage with molasses and urea, laying hen excreta or soybean meal in ruminant nutrition. *Animal feed science and technology*, 39(3-4): 209-225.

Li, J., Shen, Y., Cai, Y. 2010. Improvement of fermentation quality of rice straw silage by application of a bacterial inoculant and glucose. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(7): 901–906.

Li, Y., Nishino, N. 2011. Bacterial and fungal communities of wilted Italian ryegrass silage inoculated with and without *Lactobacillus rhamnosus* or *Lactobacillus buchneri*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 52: 314–321.

Liu J. X., Guo J. 2010. Ensiling crop residues. <http://www.fao.org/3/Y1936E/y1936e08.htm>-(Erişim tarihi: 05.01.2020).

- Makkar, H. P. 2005.** *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 291-302.
- McAllister, T. A., Newbold, C. J. 2008.** Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(2): 7-13.
- Mcdonald, P., Henderson, A. R., Heron, S. J. E. 1991.** The biochemistry of silage. 2. ed. Chalcomb Publications, Marlow, Bucks.
- Menke, K. H. L., Raab, A., Salevski, H., Setingass, D., Fritz W., Scheneider. 1979.** The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *j. agric. sci.*, 93: 217–222.
- Menke K. H., Steingass H. 1988.** Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.*, 28: 7–55.
- Merensalmi, M., Virkki, M. 1991.** The role of enzymes in the preservation and utilisation of forage. *Proc. 5th Int. Symp. Forage Preservation*, Nitra, Czechoslovakia, January 1991, pp. 43-46.
- Messi, P., Bondi, M., Sabia, C., Batini, R., Manicardi, G. 2001** Detection and preliminary characterization of a bacteriocin (plantaricin 35d) produced by a lactobacillus plantarum strain. *International Journal of Food Microbiology* , 64:193-198.
- Meyer, H., Bronsch, K., Leibedseder, J. 1985.** Suplamente zu vorlesungen und bengen in der tierer nahrung Hannover, Berlin, Wien.
- Minnesota Pollution Control Agency (MPCA), 2012.** Proper Storage of Silage, Permit Requirements for Storage and Avoiding Leachate and Seepage problems. <http://www.pca.state.mn.us/index.php/view-document.html?gid¼3619>-(Erişim tarihi: 20.04.2019).
- Mohd-Setapar, S. H., Abd-Talib, N., Aziz, R. 2012.** Review on crucial parameters of silage quality. *APCBEE Procedia*, 3: 99-103.
- Moore, C.A., Kenedy, S.J. 1994.** The effect of sugar beet pulp-based silage additives on effluent production, fermentation, in-silo losses, silage in take and animal performance. *Grass and Forage Science*. 49, 54-64.
- Muck, R.E. 2010.** Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1): 183–191.

- Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C., Kung, L. 2018.** Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of dairy science*, 101(5): 3980-4000.
- Mutlu, Y., Koç, F., Özdüven, M. L., Coşkuntuna, L. (2012).** Effects of Inoculant Preparation Time and Doses on Fermentation and Aerobic Stability Characteristics of the Second Crop Maize Silages. *Journal of Tekirdag Agricultural Facult*, 9(3): 91-97.
- Nikkhah, A., Ghaempour A., Khorvash M., Ghorbani, G. R. 2011.** Inoculants for ensiling low-dry matter corn crop: A mid-lactation cow perspective. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 95:623–631.
- Oğuzkan, S. B., Uğraş, S., Can, M., Uzun, A., Ülger, S., Üzmez, Ş., Karagül, B., Kılıç, H.İ., Özaslan, M., Uğraş, H.İ. 2016.** Fındık (*Corylus Avellana* L.) yeşil kabuk ve yaprak ekstraktlarında biyolojik aktivite tayini. *Ksü Doğa Bil. Derg.*, 19(4): 373-378.
- Oğuzkan, S. B., Karagül, B., Kütük, E., Kılıç, İ. H., Uğraş, H. İ. 2017.** Effects on Antibacterial and DNA Protection of Organic Dyestuff Extracts Obtained from Hazelnut Nuthusk. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3): 211-217.
- O'kiely, P. 1991.** A note on the influence of five absorbants on silage composition and effluent retention in small-scale silos. *Irish Journal of Agricultural Research*, 30, 153-158.
- Oladosu, Y., Rafii, M.Y., Abdullah, N., Magaji, U., Hussin, G. 2016.** Fermentation Quality and Additives: A Case of Rice Straw Silage. Hindawi Publishing Corporation *BioMed Research International*, 2016: 1-14.
- Ondarza, M. B. 2000.** Silage production. <http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Nutrition/Silage-production> - (Erişim tarihi: 01.06.2020).
- Orskov, E.R., McDonald, I. 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science.*, 92: 499-507.
- Özay, S., Küçükada K., Ceylan, S. 2011.** Fındık zurufundan ksiloz üretimi ve kinetik analizi. <http://ukmk11.ogu.edu.tr/arsiv/ukmk10/ukmk10pdf/Poster%20Sunumlar%FD/3%20Eyl%20FCl%20Poster%20Sunumlar%FD/15-Serap%20Ozay.pdf>-(Erişim tarihi: 20.04.2018).
- Özcan, U. 2017.** Farklı katkı maddeleri ilavesiyle peletlenen fındık zurufu ve boş fındıkların alternatif kaba yem kaynağı olarak kullanılabilirliği. *Yüksek lisans Tezi*, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Samsun.
- Özcan, U., Kılıç, U. 2018.** Effect of additives on the forage quality of pelleted hazelnut husks. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 13: 189-196

Özdüven, M. L., Koç, F., Polat, C., Coşkunt Şamlı, L. 2009. Bazı mısır çeşitlerinde vejetasyon döneminin silolamada fermentasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2): 121-129.

Özelçam, H. 2015. Kaliteli silaj yapımı. *Agromedya Dergisi*, 15: 34-38.

Özenç, D. B. 2008. Growth and transpiration of tomato seedlings grown in hazelnut husk compost under water-deficit stress. *Compost Science & Utilization*, 16(2), 125–131.

Öztürk, Y. 2019. Bursa ekolojik koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı silajlık mısır çeşitlerinin ot verimi ve kalitesi ile silaj özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek lisans tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.

Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elferink, S. J. O., Spoelstra, S. F. 2003. Microbiology of ensiling. *Silage science and technology*, 42: 31-93.

Parker, J.A., Moon, N.J. 1982. Interactions of Lactobacillus and Propionic bacterium in mixed culture. *J. Food. Prot.* 45:326,

Paydaş, E., Savrunlu, Z., Savrunlu, M., Denek, N. 2019. Mısır silajına farklı oranlarda antep fıstığı (*pistacia vera l.*) dış kabuğu ilavesinin silaj kalitesi ve *in vitro* metan gazı oluşumu üzerine etkisinin araştırılması. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1):16-22

Phipps, R. H., Sutton, J. D., Beaver, D.E., Jones, A. K. 2000. The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows. 3. Food intake and milk production. *Anim.Sci.*, 71(2): 401–409.

Pitt, R. E., Chase, L. E., Sniffen, C. J., Leibensperger, R. Y., Achterberg, L. H. 1985. The Effectiveness of silage inoculants. Cornell University. Ithaca. NY.

Rabelo, C. H. S., Rezende, A. V. D., Nogueira, D. A., Rabelo, F. H. S., Simone Silvia, S., Vieira, P. D. F., Carvalho, A. 2012. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13(3), 656-668.

Rabelo, C. H. S., Rezende, A. V., Rabelo, F. H. S., Basso, F. C., Härter, C. J., Reis, R. A. 2015. Chemical composition, digestibility and aerobic stability of corn silages harvested at different maturity stages. *Revista Caatinga*, 28(2):107-116.

Ranjbari, M., Ghorbani, G. R., Nikkhah, A., Khorvash, M. 2007. Chemical composition, protein fractionation and ruminal degradation of maize silage produced in isfahan. *International Journal of Dairy Science.*, 1: 66–72.

Razak, O. A., Masaaki, H., Yimamu, A., Meiji, O. 2012. Potential water retention capacity as a factor in silage effluent control: experiments with high moisture by-product feedstuffs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 25(4): 471 – 478.

Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H., Zahedifar, M. 2014. Effects of substituting amaranth silage for corn silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 192: 29-38.

Salem, A. Z. M., Kholif, A. E., Elghandour, M. M. Y., Hernández, J., Limas, A., Santiago, A. M. F., Campos, J. M. S., Oliveira, A. S., Valadares Filho, S. C., Santos, S. A., Souza, S. M., Santiago, I. F. 2013 . Urea in sugarcane-based diets for dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* , 42: 456 - 462.

Sarica, M., Cam, M. A. 2000. Potential of hazelnut husks as a broiler litter material. *British poultry science*, 41(5), 541-543.

Sarıçiçek, B. Z., Kiliç, Ü. 2009. The effects of different additives on silage gas production, fermentation kinetics and silage quality. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 2(1), 11-18.

Sarıciçek, B. Z., Kilic, U. 2011. Effect of different additives on the nutrient composition, *in vitro* gas production and silage quality of alfalfa silage. *Asian J. Anim. Vet. Advances*, 6, 618-626.

Savoie, P., Amyot, A., Theriault, R. 2002. Effect of moisture content, chopping and processing on silage effluent. *Transactions of the ASAE.*, 45 (4): 907-914.

Seydoşoğlu, S., Saruhan, V. 2017. Mısır bitkisinde (zea mays l.) ekim zamanı ve çeşidin silaj kalitesi üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3): 361-366.

Shao, T., Zhang, Z.X., Shimojo, M., Wang, T., Masuda, Y. 2005. Comparison of fermentation characteristics of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) and guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) during the early stage of ensiling. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.*, 18: 1727–1734.

Siefers, M.K., Bolsen, K.K. 1997. Agronomic and silage quality traits of winter cereals. *Türkiye Birinci Silaj Kongresi* (16-19 Eylül 1997). Hasad Yayıncılık İstanbul.

Silva, L. D., Pereira, O. G., Silva, T. C., Leandro, E. S., Paula, R. A., Santos, S. A., Valadares Filho, S. C. 2018. Effects of *Lactobacillus buchneri* isolated from tropical maize silage on fermentation and aerobic stability of maize and sugarcane silages. *Grass and Forage Science*, 73(3): 660-670.

Sivrikaya, S., Albayrak, S., Imamoglu, M., Gundogdu, A., Duran, C., Yildiz, H. 2012. Dehydrated hazelnut husk carbon: a novel sorbent for removal of Ni(II) ions from aqueous solution. *Desalination and Water Treatment*, 50(1-3): 2–13.

Snedecor, G.W., Cochran, W.G. 1980. Statistical Methods, 7th ed. Ames, Iowa, Iowa State University, pp:242-250.

Solmaz, M. 2017. Fındık: Kuruyemiş ansiklopedisi, Editör: Çavaş. R., Overteam yayınları, İstanbul, s.155-158.

Storm, I.M.L.D., Kristensen, N.B., Raun, B.M.L., Smedsgaard, J., Thrane, U. 2010. Dynamics in the microbiology of maize silage during whole-season storage. *J. Appl. Microbiol.*, 109: 1017–1026.

Sucu, E. 2009. Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır silajınınfermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri ile rumen ekolojisi üzerine etkileri. *Doktora Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Bursa.

Szucs, J. P., Suli, A., Zakar, T. S., Berecz, E., Pek, M. 2018. Application of some lactic acid bacteria strains to improve fermentation and aerobic stability of maize silage. *Review on Agriculture and Rural Development*, 7(1-2): 127-132.

Şahin, H., Şirin, M., Çelebioğlu, H. 2018. Sözlü görüşme. Gölyaka İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Düzce, (Görüşme tarihi: 19.03.2018).

Şenol, H. 2020. Anaerobic digestion of hazelnut (*Corylus colurna*) husks after alkaline pretreatment and determination of new important points in logistic model curves. *Bioresource Technology* , 300 , 122660.

Tezel, M. 2018. Türkiye’de silajlık mısır üretimi ve hayvan beslemede yeri. *Türktob Dergisi* 25: 17-19.

Tyrolová, Y., Bartoň, L., Loučka, R. 2017. Effects of biological and chemical additives on fermentation progress in maize silage. *Czech Journal of Animal Science*, 62(7): 306-312.

Tyson, J. 2014. Managing Silage Effluent. <https://extension.psu.edu/managing-silage-effluent> - (Erişim tarihi: 14.07.2019).

Ünlü, H., Ayyılmaz, T., Kılıç, A. 2015. Farklı düzeylerde öğütülmüş dane mısır ilavesinin yonca silajının yem değeri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3), 335-341.

Van Soest, P. J., Robertson, J. D., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition. *Journal of Dairy Science.*, 74: 3583-3597.

Vissers, M., Driehuis, F., Te Giffel, M., De Jong, P., Lankveld, J. 2006. Improving farm management by modeling the contamination of farm tank milk with butyric acid bacteria. *J. Dairy Sci.*, 89: 850–858.

Weißbach, F. 2009. Correction of dry matter content of silages used as substrate for biogas production. 15th International Silage Conference, 2009, Madison, WI.

Weiss, B. 2019. Feeding high ash forages. <https://www.forages.osu.edu/news/feeding-high-ash-forages> - (05.10.2020)

Wilkinson, J. M., Davies, D. R. 2013. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68(1): 1-19.

Williams, A. G, Coleman, G. S. 1997. The rumen protozoa. In The rumen microbial ecosystem. Editor(s): Hobson, P. N., Stewart, C. S., Blackie Academic & Professional, London (s. 73-139).

Wu-tai, G., Ashbell, G., Hen, Y., Weinberg, Z. G. 2002. The effects of two inoculants applied to forage sorghum at ensiling on silage characteristics. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 15(2): 218-221.

Woolford, M. K., Wilkinson, J. M., Cook, J. E. 1983. Investigations on the effect of sodium bentonite and other moisture absorbants on the production of effluent from grass silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 8: 107–118.

Ying, C., Fan, S., Yanchu, Y. 2016. Rapid determination of lactic acid content in silage by gas chromatography. *Feed Industry*, 2016(22): 16.

Yitbarek, M.B., Tamir, B. 2014. Silage additives: review. *Open Journal of Applied Sciences*, 4(5):258–274.

Zeytin, S., Baran, A. 2003. Kompostlanmış fındık kabuğunun toprakların bazı fiziksel özelliklerine etkileri. *Bioresource Technology*, 88 (3), 241-244.

Zhang, S., Cheng, L., Guo, X., Ma, C., Guo, A., Moonsan, Y. 2016. Effects of urea supplementation on rumen fermentation characteristics and protozoa population *in vitro*. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1): 1-4.

Zhang, W., Zhang, Y. 2011. Different absorbents affect silage quality and aerobic stability of beet pulp. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 23(9), 1577-1583.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ahmet OKUMUŞ
Doğum Yeri ve Tarihi : Üsküdar / 1988
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : İstanbul Selimiye Tarım Meslek Lisesi, 2002-2005
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Zootečni Anabilim Dalı, 2014-2017
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı, 2017-2021

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Gölyaka İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Düzce

İletişim (e-posta) : ahmt_okms@hotmail.com

Yayımları :

Sucu, E., Gülgün, E., Okumuş, A. 2019. Başlangıç yemine ilave edilen mısırın siyah alaca buzağılarda yem tüketimi ve büyüme performansı üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (3): 382-388.

Sucu, E., Okumuş A., Gülgün, E. 2019. Silolanan ürünlerdeki mikotoksinlerin hayvanlarda verim ve sağlık üzerine etkileri. 2nd International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, 28-29 June 2019, Ankara, Turkey. (Sözlü Sunum)