

Farklı Oranlarda Sodyum Format İlavesi İle Hazırlanan Mısır Silajının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Behlül SEVİM^{1*}, Erinç GÜMÜŞ², Selim SIRAKAYA³, Yusuf CUFADAR⁴, Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ⁵

^{1,2}Aksaray Üniversitesi Eski Meslek Yüksekokulu Veterinerlik Bölümü, 68800 Aksaray

³Aksaray Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü, 68800 Aksaray

⁴Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 42200 Konya

⁵Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 38030 Kayseri

¹<https://orcid.org/0000-0003-2996-3241>

²<https://orcid.org/0000-0002-6839-8428>

³<https://orcid.org/0000-0003-2733-1726>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9606-791X>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-4622-0645>

*Sorumlu yazar: behluls68@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 13.11.2022

Kabul tarihi: 24.01.2023

Online Yayınlanma: 04.12.2023

Anahtar Kelimeler:

Silaj
Organik Asit
Kalite
Sodyum format

ÖZ

Bu çalışma, farklı seviyelerde ilave edilen sodyum formatın, mısır silajı kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan mısır bitkisinin daneleri hamur olum döneminde iken hasat edilmiş ve yaklaşık 1,5-2,0 cm boyutunda parçalanmıştır. Parçalanmış taze materyale %1 ve %2 oranında ilave edilerek silajları yapılmıştır. Fermantasyon sürecinin sonunda silajlar açılarak; kimyasal, mikrobiyolojik ve organik asit analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre sodyum format ilavesiyle, mısır silajı kimyasal içerikleri değişmemiştir ($P>0,05$). Muamele gruplarında pH seviyesinde artış ($P<0,05$), laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit değerlerinde ise azalma görülmüştür ($P<0,05$). Mikrobiyolojik bakımdan maya popülasyonu muamele gruplarında önemli seviyelerde artmıştır ($P<0,05$). Sonuç olarak mısır silajına %1 ve %2 oranında sodyum format ilavesi kimyasal kompozisyonu etkilememiştir fakat fermantasyon parametrelerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Determining the Effect of Sodium Formate Supplementation at Different Levels on Corn Silage Quality

Research Article

Article History:

Received: 13.11.2022

Accepted: 24.01.2023

Published online: 04.12.2023

Keywords:

Silage
Organic acid
Quality
Sodium formate

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of sodium formate supplemented at different levels on the quality of corn silage. The maize used in the research was harvested when the grain was in the dough ripening stage and was chopped into approximately 1,5-2,0 cm in size. 1% and 2% sodium formate was added to the shredded fresh material and siloed. Upon completion of the fermentation process, the silages were opened, and chemical, microbiological, and organic acid analyses were conducted. The results of the study indicate that, the addition of sodium formate did not result in any change in the chemical content of the corn silage ($P>0.05$). However, there was an increase in the pH levels in the treatment groups ($P<0.05$), while there was a decrease in the values of lactic acid, acetic acid, propionic acid, and butyric acid ($P<0.05$). Microbiologically, there was a significant increase in the yeast population in the treatment groups ($P<0.05$). In conclusion, the addition of 1% and 2% sodium formate to corn silage did not affect the chemical composition, but it did have a

To Cite: Sevim B., Gümüş E., Sırıkaya S., Cufadar Y., Beyzi SB. Farklı Oranlarda Sodyum Format İlavesi İle Hazırlanan Mısır Silajının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2023; 6(3): 1768-1784.

Giriş

Ülkemizde silaj yapımı amacı ile yetiştirilen en önemli yem bitkisi mısırdır. Mısır, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Mısırın, kullanım alanları oldukça geniş olup tahıllar içerisinde en yüksek verimi sağlayan, güneş enerjisini en iyi kullanan ve birim alandan en fazla kuru madde veriminin alındığı bir bitkidir. Ülkemizde; mısır dane ve silajlık olarak ekimi yaygın biçimde gerçekleştirilmektedir (Alagöz ve ark., 2020). Ayrıca ihtiva ettiği fermente olabilir karbonhidrat içeriğinden dolayı fermantasyon kalitesi iyi olan birim alandan en fazla sindirilebilir besin maddesi sağlayan, lezzetli ve besleme değeri yüksek olan, siloda uzun süre saklanabilen ve kış mevsiminde taze-sulu yem olarak tüketilebilen ideal bir bitkidir (Turan ve Yılmaz, 2000; Gürel ve ark., 2009; Alagöz ve Türk, 2020; Aydın ve ark., 2020).

Mısır silajının besin madde değerlerinin optimum düzeyde korunması için silolanma süresince bitkinin hava ile temasının kesilmesi, istenmeyen mikroorganizmaların üremesinin önlenmesi ve aerobik mikroorganizmaların kontrol altında tutulması önem taşımaktadır (Gheller ve ark., 2021). Olumsuz fermantasyon riskinin azaltılması ve silodaki fermantasyonun garanti altına alınması amacıyla günümüzde silaj katkı maddesi olarak farklı kimyasal ve biyolojik katkıları kullanılmaktadır (Henderson, 1993). Organik asitler ve bu asitlerin tuz formları bakterisit etkileri ve ortam pH'ını hızla düşürmesi özellikleri nedeniyle silaj katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir (Lv ve ark., 2020; Gheller ve ark., 2021).

Organik asitler arasında formik asit, asetik asit ve propiyonik asit silajlarda fermantasyon sürecini düzenleyerek besin kalitesini artırması ve oksijenle temas eden silo bitkilerinde maya ve küf üremesini engellediği için yaygın olarak kullanılmaktadır (Jiang ve ark., 2020; Gheller ve ark., 2021). Organik asitler keskin kokuları ve kullanım güçlüklerinden dolayı daha güvenli olan sodyum format (SF) gibi tuz formları hayvan besleme alanında tercih edilmektedir (Lv ve ark., 2020; Gheller ve ark., 2021). Formik asit *Enterobacteriaceae*'nin üremesini inhibe ederek ve ortamı asitleştirerek pH üzerinde doğrudan etki göstermekle birlikte maya ve küflerin üremesinin baskılanmasında diğer organik asitlere göre daha yetersiz kaldığı bildirilmektedir (Jiang ve ark., 2020).

Organik asitlerin silaj katkısı olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, SF ilavesinin yaş bira posası silajının kalite özelliklerini iyileştirdiği, laktik asit bakterilerinin artmasını, Clostridialar gibi istenmeyen mikroorganizmaların üremesinin baskılanmasına yardım ettiği görülmüştür (Lv ve ark., 2020). Bu konuda yapılan farklı bir araştırmada formik asit katkısının korunga silajının kuru madde (KM) düzeyini diğer gruplara göre istatistiksel bir farklılık meydana geldiği görülmüş, KM düzeylerinin %28,25-34,83 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Bingöl ve ark., 2008). Chamberlain ve Quig (1987) formik asidin silajlarda 4 lt/ton seviyelerinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise, mısır silajlarına ilave edilen sodyum formatın kimyasal kompozisyon, sindirilebilirlik,

enerji değerleri, fermentasyon özellikleri ve mikrobiyal flora üzerine olası etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Silaj Hazırlanması

Silaj materyali olarak Adana’da özel bir işletmeden silajlık amaçlı yetiştirilen, süt olum dönemi sonunda hasat edilmiş mısır bitkisi (*Zea mays*) kullanılmıştır. Hasat anındaki taze mısır materyalinin kimyasal özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Silajlık mısır laboratuvar tipi silaj makinasında yaklaşık 1,5-2,0 cm büyüklükte parçalara ayrılmış ve homojen şekilde karıştırılarak rastgele 3 gruba ayrılmıştır. 1. grup kontrol grubu (KNTRL) katkı maddesi ilavesiz, 2. ve 3. gruplara sırasıyla %1 ve %2 oranında SF ilave edilmiştir.

Her bir gruptan 4 tekerrürlü olmak üzere toplam 12 adet silaj yapılmıştır. Her bir silaj grubu 1 kg olacak şekilde plastik bir kaptaki homojen oluncaya kadar el ile karıştırılmıştır. Daha sonra 30x35 cm boyutlarındaki polietilen vakum poşetlerine yerleştirilmiştir. Vakum poşetleri içerisindeki hava, vakum makinesi (Multivac C 200) marifetiyle alınarak anaerobik ortam sağlanmış ve vakum poşetlerinin ağız kısmı otomatik olarak kapatılmıştır. Sonrasında 60 gün boyunca ortam sıcaklığı 20-25°C olan laboratuvar ortamında fermentasyona bırakılmıştır.

Tablo 1. Hasat zamanı taze mısırın besin ve enerji değerleri

Kimyasal Analiz Değerleri		Hesaplanan Değerler	
Kuru Madde %	31,5	NFC %	39,2
Ham Protein %	7,1	SKM%	64,3
Ham Yağ %	2,3	KMT %	2,4
Ham Kül %	4,2	NYD	128,0
Nişasta %	25,1	TDN _{1X} %	68,2
ADF %	31,0	ME (Mkal/kg)	2,5
NDF %	46,0	NE _{L3X} (Mkal/kg)	1,8
Ham Selüloz %	27,1	NE _M (Mkal/kg)	1,6

ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, NFC: Fiber olmayan karbonhidratlar, SKM: Sindirilebilir kuru madde, KMT: Kuru madde tüketimi (vücut ağırlığı yüzdesine göre), NYD: Nispi yem değeri, TDN: Toplam sindirilebilir besinler, ME: Metabolik enerji, NE_L: Net enerji laktasyon, NE_M: Net enerji yaşama payı

Kimyasal Analizler

60 gün fermantasyona bırakılan mısır silajı numuneleri laboratuvar ortamında açılmıştır. Silajlarda; kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), ham selüloz (HS), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjan çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL), asit deterjanda çözülmeyen protein (ADICP), nötral deterjanda çözünmeyen protein (NDICP) ve nişasta analizleri yapılmıştır. Bu analizler için her silajdan yaklaşık 200 gr numune etüvde (~48 h, 60°C±1) kurutulularak kuru madde oranları belirlenmiştir. Kurutulan numuneler, laboratuvar değirmeninde (IKA MF.10) 1 mm. partikül boyutlarında öğütülmüş olup; öğütülen numuneler kilitli poşetlere aktararak kimyasal analizler için kullanılmıştır. Ham protein Dumas metodu ile azot miktarının tespit edilmesi esasına göre tayin edilmiştir (Aoac 2006). Tespit edilen azot miktarı 6,25 faktörü ile çarpılarak ham protein değeri tespit edilmiştir. Ham yağ analizi ekstraksiyon metodu (Ankom XT15) ile yapılmış ve petrol eteri çözücü olarak kullanılmıştır (Aocs Am 5-04). Ham kül analizi, numunelerin 550 °C kül fırınında (Carbolite Elf 11/6) yakılması ile yapılmıştır (Aoac 2005). Ham selüloz için yağdan arındırılan numunelerin sırasıyla önce sülfürik asit daha sonra sodyum hidroksit çözeltisinde kaynatılması ve daha sonrasında kalan kütlenin yakılması neticesinde belirlenmiştir (Iso 2000). ADF asit deterjan solüsyonunda, NDF ise nötral deterjan solüsyonunda numunelerin kaynatılması esasına göre yapılmıştır. ADL analizi ise ADF analizi sonrasındaki kalan numunelerin konsantr (%72) sülfürik asit muamelesi neticesinde tespit edilmiştir (Van Soest ve Robertson, 1991). ADICP ve NDICP için ham protein analizinde belirtilen metot kullanılmıştır. Nişasta polarimetrik yöntem ile belirlenmiştir (Iso 1997).

Sindirilebilirlik ve Enerji Hesaplamaları

Kimyasal analizlere göre sindirilebilirlik ve enerji değerleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda fiber olmayan karbonhidrat (NFC), sindirilebilir kuru madde (DDM), kuru madde tüketimi (KMT %vücut ağırlığına göre), nispi yem değeri (NYD), toplam sindirilebilir besinler (TDN_{1X}), metabolik enerji (ME), net enerji maintenance (NE_M), net enerji gain (NE_G), net enerji laktasyon (NEL_{3X}) değerleridir. Bu değerler Nutrient Requirements of Dairy Cattle'de (NRC 2001) belirtilen formüllere göre hesaplanmıştır.

pH ve Organik Asit Analizleri

Silaj numuneleri, miktarı %20 olacak şekilde saf su ile karıştırılmış olup, karışım filtre kâğıdından süzülerek, süzütünün asitlik seviyesi pH metre (Milwaukee MW102, USA) ile ölçülmüştür.

Organik asit analizleri için 40 gr örnek 360 ml. saf su ile karıştırılmış, karışım Whatman 54 filtre kâğıdı ile süzülüş ve bu süzükler analiz edilene kadar -20°C'de saklanmıştır. Laktik asit için Lepper'in kısaltılmış metodu (Akyıldız, 1984), kullanılmıştır. Asetik, propiyonik ve bütirik yağ asitleri analizleri için de gaz kromatografisi (GC-MS) kullanılmıştır.

Mikrobiyolojik Analizler

Numuneleri açılır açılmaz maya-küf analizine tabi tutulmuştur. Maya-küf analizi için, Potato Dextrose Agar (PDA) (Merc, Darmstadt, Germany) besi yeri kullanılmış ve yayma plak yöntemi tercih edilmiştir. 10 gr numune 90 ml peptonlu su ile karıştırılarak 10^{-1} dilüsyonu hazırlanmıştır. Bu dilüsyondan 10^{-4} 'e kadar seyreltilmiştir. Sonrasında bu dilüsyonlardan petri kaplarına ekim yapılmıştır. Petri kapları etüvde ($25^{\circ}\text{C}\pm 1$) 5 gün boyunca inkübasyona bırakılmış ve sonrasında maya-küf sayımı yapılmıştır.

İstatistik Analiz

Çalışmaya ilişkin istatistikler, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) prosedürü kullanılarak Minitab 16.1 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Homojen alt kümelerdeki gruplar için farklılık tespiti %95 güven aralığında Duncan (Duncan 1955) çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır. Tüm veriler ortalama ve standart hata (ortalama \pm sh) olarak ifade edilmiştir. Karşılaştırmalarda hesaplanan P değeri, $P\leq 0,05$ olduğunda farklar anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kimyasal Analizler

Hasat anındaki taze mısır materyaline ait kimyasal özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada mısır silajının biçimden önceki kuru madde, ham protein, ham yağ, NDF, ADF, ham kül, nişasta ve metabolik enerji düzeyleri sırasıyla %31,5; %7,1; %2,3; %46,0; %31,0; %4,2; %25,1 ve 68,1 Mkal/kg olarak bulunmuştur. Yapılan bir araştırmada mısır silajının kimyasal bileşiminin, hibrit türü, agronomik uygulamalar, bitki büyüme ve silolama koşulları ve bitkinin hasattaki olgunluk aşamasından etkilendiği ifade edilmiştir (de Oliveira ve ark., 2017).

Filya ve Sucu (2005), taze mısır materyaline ait KM düzeyini %21,8 olarak bulurken; Okumuş (2021), taze mısır materyaline ait KM, HP, HY, HK, ADF, NDF ve ham selüloz düzeyini sırasıyla %26,61; %6,74; %2,01; %5,41; %26,68; %43,76 ve %17,08 olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz taze materyale ait HP değeri (%7,1), Arslan Duru ve Kaya (2016), Barmaki ve ark., (2017) ile Altınçekiç ve Filya (2018)'in belirledikleri HP düzeyinden (%8,73, %8,22 ve %7,2) düşük bulunmuştur. Jiang ve ark., (2020), taze mısır materyaline ait HY düzeyini %3,08 olarak saptamıştır. Yem hammaddelerinde özellikle kaba yemlerde besin madde değişiklikleri beklenen bir durumdur. Denemede elde edilen değerler ile diğer diğer çalışmalarda elde edilen değerler arasında da farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkların nedenleri kullanılan mısır çeşidi, hasat zamanının farklılığı, iklim ve toprak ve gübreleme gibi koşulların farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın konusu kullanılan katkı maddesinin etkisi olması sebebiyle taze mısır bitkisinin diğer çalışmalardaki mısır bitkisi besin değerleri arasındaki olası farklar üzerinde odaklanılmayacaktır.

Muamele gruplarındaki (KNTRL, SF1 ve SF2) kimyasal kompozisyonundaki değişimi verimleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde KM değerlerinin gruplar arasında istatistiki bir farklılık oluşturmadığı, KM düzeylerinin %31,8-33,4 arasında değişim gösterdiği görülmüştür ($P>0,05$). Silaj numunelerinin vakum poşetleri içerisinde yapılması, herhangi bir sızıntı kaybının olmasını önlemiştir. Bu sebeple muamele grupları arasında KM değeri bakımından istatistiksel olarak farklılık oluşmaması beklenen bir sonuçtur. Selwet (2008) mısır silajına formik asit ilavesinin 7 günlük silolamada KM’yi artırdığını ifade etmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçla mevcut çalışma arasındaki farklılığın sebebinin depolama yönteminden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Bir başka çalışmada (Kara, 2015) mısır silajına maleik asit (%0,5, 1,0 ve 1,5 seviyelerinde) uygulamasının silaj KM’si üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Buna benzer şekilde Hafner ve ark., (2014), mısır silajına organik asit karışımının (68% propiyonik asit, asetik ve sorbik asit) kontrol grubu ile kıyaslandığında mısır silajında KM bakımından önemli bir farklılık oluşturmadığını belirtmişlerdir. Jiang ve ark., (2020), mısır silajının KM düzeyini %30,8 olarak bulurken, organik asit (formik, asetik ve propiyonik asit) katkılı mısır silajının KM’sini %30,76 olarak tespit etmiştir.

Ham protein düzeyi gruplarda %7,1-7,4 arasında değişim göstermiş, sodyum format katkısı, HP düzeyini kontrol grubuna göre artırsa da gruplar arasında istatistiki bir farklılık yaratmamıştır. Rowghani ve Zamiri (2009), mısır silajının HP düzeyini %6,27-7,37; de Oliveira ve ark., (2017), %6,13-9,73; Okumuş (2021), %6,28-7,62 arasında tespit etmiştir. Formik asidin HP üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Selwet, (2008), formik asidin mısır silajına katkısının 7 günlük silolamada HP’yi artırdığını bildirirken; Kara (2015), organik asit olan maleik asidin mısır silajında HP’yi etkilemediğini belirtmiştir. Bir başka çalışmada ise Hafner ve ark., (2014) mısır silajına organik asit karışımının (%68 propiyonik asit, asetik ve sorbik asit) kontrol grubu ile kıyaslandığında mısır silajında HP bakımından anlamlı bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Ham yağ sonuçları irdelendiğinde HY değeri KNTRL ve SF1 grubunda sırasıyla %2,5 ve %2,7 iken; SF2 grubunda %2,8 olmuştur. Rowghani ve Zamiri (2009), mısır silajının HY düzeyini %1,67-3,00 arasında bulurken, çalışmamızda bu değer %2,5-2,8 arasında tespit edilmiştir.

Çalışmamızda ham kül (HK) oranındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır ($P>0,05$). Mısır silajına formik asit ilavesinin HK bakımından muamele grupları arasında anlamlı bir farklılık oluşturmadığı (Baytok ve ark., 2005) bildirilirken; Kara (2015)’da mısır silajına artan oranlarda maleik asit ilave ettiği çalışmada aynı sonucu bulmuştur. Bingöl ve ark., (2008) ise denemede elde ettiğimiz bulgudan farklı olarak, formik asit katkısının silajın HK düzeyini düşürdüğünü ifade etmiştir. Kung ve ark., (2015), mısır silajının HK düzeyini ortalama %3,9 olarak saptamıştır. Başaran ve ark., (2021) ise hamur döneminde biçilen silajlık mısır çeşitlerinin tanelerindeki HK oranının %2.10-2.51 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Nişasta değeri bakımından gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$). Nişasta değeri muamele gruplarında sırasıyla %25,3, 25,6, 25,3 olarak tespit edilmiştir. Mısırdaki tanelerdeki nişasta

granüllerinin etrafındaki protein matrisi, geviş getiren hayvanlarda nişasta sindirimini engeller. Ancak silo depolaması sırasında proteoliz, protein matrisini yavaşça kırar, böylece nişasta sindirilebilirliği depolama süresiyle artar (Muck ve ark., 2018). Bu konu ile ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada Hafner ve ark., (2014) mısır silajına organik asit karışımının kontrol grubu ile kıyaslandığında mısır nişastasını açısından önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Başaran ve ark., (2017) ise hamur döneminde biçilen silajlık mısır çeşitlerinin tanelerindeki nişasta oranının %60,88-67,45 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

ADF ve NDF değeri gruplar arasında farklılık belirlenmemiş ADF değeri %29,6-31,3; NDF değeri de %46,3-46,6 arasında saptanmıştır ($P>0,05$). ADICP değeri incelendiğinde ise gruplar arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$) Mısır silajına formik asit ilavesinin ADF ve NDF değerlerini kontrol grubuna kıyasla istatistiki olarak etkilemediği bildirilirken (Baytok ve ark., 2005); Sniffen ve ark., (2006) ve Kara (2015), maleik ve malik asit artışına bağlı olarak NDF değerinin azaldığını ancak ADF değerlerinin etkilenmediğini ifade etmişlerdir. Mısır silajında yapılan bir diğer çalışmada ise Hafner ve ark., (2014) mısır silajına organik asit karışımının kontrol grubu ile kıyaslandığında mısır silajında ADF ve NDF bakımından önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Rowghani ve Zamiri (2009), mısır silajının NDF ve ADF düzeylerini %63,37-67,66; 23,80-26,60 arasında tespit ederken; Oliveira ve ark., (2018), %47,83 ve %27,48 olarak saptamıştır. Çağır (2020) ise ADF ve NDF oranlarını %36,32 ve %47,77 olarak bildirmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde NDICP açısından muamele grupları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,05$). NDICP bitki hücre duvarlarına bağlı proteinlerdir. Mevcut çalışmada proteinlere ve yapısal karbonhidratlara bağlı kimyasal bağları kıran enzimler, SF'nin neden olduğu asidik koşullar altında inhibe edilmiş olup; bu durumun yüksek oranda bağlayıcı protein içeriğine sebep olduğu söylenebilir (Tian ve ark., 2021).

Ham selüloz değerlerine bakıldığında gruplar arasında bir fark görülmemiştir ($P>0,05$). Gruplarda HS değeri %26,3-27,5 arasında değişim göstermiştir.

Hesaplamayla Bulunan Parametreler

Ruminant hayvan beslemede kullanılan yem hammaddelerinin önemli bir bileşeni NFC değeri olup fiber olmayan karbonhidratların ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Mevcut çalışmada Tablo 3'de verilen NFC değeri bakımında gruplar arasında önemli ölçüde farklı bulunmamış ($P>0,05$). NFC sonuçları KNTRL – SF1 – SF2 gruplarında sırasıyla %39,7 - %39,3 - %39,1 olarak gerçekleşmiştir. SF oranı arttıkça NFC değerinde kısmi bir azalma eğilimi göstermiştir. Bu değişim HP, HY, HK ve NDF değerlerine bağlı olarak değişmektedir.

Hemiselüloz değeri SF muamele oranı ile birlikte paralel bir artış göstermiştir ancak bu farklılık istatistiki olarak önemli olmamıştır ($P>0,05$). Bu değişim NDF ve ADF değerine bağlı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 2. Mısır silajı kimyasal analiz sonuçları

Besin Değerleri*	Muamele Grupları			P Değeri
	KNTRL	SF1	SF2	
Kuru Madde %	31,8±0,38	31,9±0,69	33,4±0,41	0,132
Ham Protein %	7,1±0,12	7,4±0,17	7,4±0,38	0,700
Ham Yağ %	2,5±0,27	2,7±0,16	2,8±0,23	0,731
Ham Kül %	4,0±0,01	3,9±0,09	4,2±0,20	0,323
Nişasta %	25,3±0,33	25,6±0,66	25,3±0,88	0,921
ADF %	31,3±0,83	30,6±0,90	29,6±0,60	0,370
NDF %	46,5±0,50	46,6±0,66	46,3±0,57	0,946
ADICP	0,7±0,09	0,8±0,07	0,6±0,03	0,466
NDICP %	1,4 ^a ±0,06	1,2 ^{ab} ±0,07	1,0 ^b ±0,10	0,049
Ham Selüloz %	27,5±0,60	27,1±0,64	26,3±0,54	0,394
ADL %	3,7±0,41	3,4±0,20	3,2±0,20	0,591

KNTRL: Kontrol grubu, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, ADICP: Asit deterjanda çözünmeyen ham protein, NDICP: Nötral deterjanda çözünmeyen ham protein, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı göstermektedir (P<0,05), *Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Sindirilebilir kuru madde (SKM) değeri bakımından muamele grupları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (P>0,05). Bu durumun nedeni ADF değerinin gruplar arasında değişiklik göstermemesidir. SKM değerinin hesaplanmasında ADF değerleri kullanılmaktadır. Yapılan bir araştırmada SKM oranının, ekim zamanına göre farklılık gösterdiği, ortalama SKM düzeyinin %64,0-67,5 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çaçan ve İpekeşen, 2021). Atasever ve ark., (2020) ise SKM düzeyini %70,7-72,2 arasında saptamışlardır.

Kuru madde tüketimi (KMT) SF ilavesinden etkilenmemiştir. KMT değeri bütün muamele gruplarında %2,5 olarak hesaplanmıştır. KMT değeri bir ineğin vücut ağırlığına oranla, verilen yemden ne kadar tüketebileceğini hesaplamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu sonuçlardan da görüleceği üzere SF oranı arttıkça ineğin bu yemden tüketim oranının değişmeyeceği söylenebilir. Yapılan bir araştırmada KMT oranının, ekim zamanına göre farklılık gösterdiği, ortalama KMT düzeyinin %2,37-2,62 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çaçan ve İpekeşen, 2021). Atasever ve ark., (2020) ise KMT düzeyini % 2,23-2,69 arasında saptamışlardır.

Nispi yem değeri (NYD) kaba yemleri kalite sınıflarına göre ayırmak amacıyla kullanılan bir parametredir ve KMT ve SKM değerlerinin bileşkesidir. Mevcut çalışmada NYD değeri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. NYD değeri gruplarda 129,0-132,2 arasında değişim göstermiştir.

Kimyasal analiz sonuçlarının tüm ortak bileşkesi olan TDN_{1x} (Total Digestible Nutrients, toplam sindirilebilir besinler) değeri için gruplar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır (P>0,05). Mısır silajı gruplarında ME – NE_{L3x}– NEM ve NEG değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde her bir enerji parametresi grubunun kendi içerisindeki farkı istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 3. Mısır silajı sindirilebilirlik ve enerji değerleri

Besin Değerleri*	Muamele Grupları			P Değeri
	KNTRL	SF1	SF2	
NFC %	39,7±0,77	39,3±0,53	39,1±1,09	0,884
Hemiselüloz %	15,2±0,60	15,9±0,62	16,7±0,66	0,495
SKM %	64,5±0,64	65,0±0,70	65,8±0,46	0,370
KMT%	2,5±0,02	2,5±0,03	2,5±0,03	0,947
NYD	129,0±2,55	129,8±2,67	132,2±2,59	0,682
TDN _{1x} %	68,3±0,79	68,8±0,39	69,2±0,15	0,524
ME (Mkal/kg)	2,5±0,03	2,5±0,02	2,5±0,01	0,574
NE _{L3x} (Mkal/kg)	1,5±0,02	1,6±0,01	1,6±0,01	0,503
NE _M (Mkal/kg)	1,6±0,02	1,6±0,01	1,6±0,01	0,488
NE _G (Mkal/kg)	1,0±0,02	1,0±0,01	1,0±0,01	0,487

KNTRL: Kontrol grubu, NFC: Fiber olmayan karbonhidratlar, SKM: Sindirilebilir kuru madde, KMT: Kuru madde tüketimi(vücut ağırlığı yüzdesine göre), NYD: Nispi yem değeri, TDN_{1x}: Toplam sindirilebilir besinler, ME: Metabolik enerji, NE_L: Net enerji laktasyon, NE_M: Net enerji yaşama payı, NE_G: Net enerji büyüme, Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı göstermektedir (P<0,05). *Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

pH Seviyesi

Silajın kalitesinin göstergesi olan pH değerinin tespit edilmesi pratik anlamda önemli bir parametredir. Silajların muhafaza edilmesinde asidifikasyon istenilen bir durumdur. Hızlı fermantasyon ve asidifikasyon silajın daha uzun süreli korunmasını sağlar. Mısır silajına farklı seviyelerde SF ilavesinin pH üzerine etkileri Tablo 4’de verilmiştir. SF seviyesi ile birlikte pH değeri artış göstermiştir. KNTRL grubunda pH 3,7 iken; SF2 muamele grubunda pH 4,3 olarak bulunmuştur. SF ilave edilen gruplarda asidifikasyonun daha az olduğu görülmüştür. Bu durum SF ilavesinin fermantasyon sürecine katkısının olumlu olmadığını bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Mevcut

çalışmada ise SF ilavesi arttıkça pH kademeli olarak artış göstermiştir. Silaj içerisine ilave edilen organik asitler ortam pH'ını düşürerek ortamın asitlik gelişimini sağlayarak istenmeyen bakterilerin üremesine engel olduğu bildirilmektedir (Lv ve ark. 2020). Lv ve ark., (2020)'de SF katkısının silajın pH'ını düşürdüğünü ifade etmiştir. Benzer şekilde, Ke ve ark. (2017) sitrik ve malik asit ilavesinin yonca silajı pH değerini düşürdüğünü ifade etmiştir. Rowghani ve Zamiri (2009), mısır silajının pH düzeylerini 4,00-4,51 arasında tespit etmiştir. de Oliveira ve ark., (2017), ise mısır silajının pH değerini 3,86 olarak saptarken; Öztürk (2019), 3,82-3,90; Okumuş (2021), 3,64-3,84 olarak bulmuştur. Chamberlain ve Quig, (1987) ise formik asitin silajlarda 2,4 ve 6 lt/ton seviyelerinde kullanımının ryegrass silajında pH düzeyini etkilemediğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, bu çalışmada beklenenden farklı olarak pH düzeyinin arttığı görülmektedir. Silajda maya üremesi halinde mayaların ortamdaki laktik asit ve şekeri tüketerek pH'ın yükselmesine neden olduğu bildirilmektedir. Bunun yanında bitkilerin silolanması esnasında ortam sıcaklığının yüksek olmasının da mayaların üremesine neden olduğu ifade edilmektedir (Coskuntuna ve ark., 2010).

Tablo 4. Mısır silajı pH değerleri

	Muamele Grupları			
	KNTRL	SF1	SF2	P Değeri
pH	3,7 ^c ±0.01	4,1 ^b ±0.01	4,3 ^a ±0.04	0,001

KNTRL: Kontrol grubu, Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı göstermektedir (P<0,05)

Organik Asit Analiz Sonuçları

Organik asit analizleri Tablo 5'de gösterilmiştir. Tablo 5'de görüleceği üzere Laktik asit, asetik asit ve Fleig skoru bakımından muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmuştur (P<0,05). En yüksek laktik asit (5,89 g/kg), asetik asit (45,10 g/kg) ve Fleig skoru (119,27) değerleri KNTRL grubunda elde edilmiştir. Mısır silajına SF ilavesi ile laktik asit, Fleig skoru linear bir azalma gösterirken; asetik asit bakımından SF2 muamele grubundaki azalma SF1 muamele grubuna kıyasla daha az olmuştur. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda (Wilson ve Wilskin, 1973; Chamberlain ve Quig, 1987; Saarisalo ve ark., 2006; Conaghan ve ark., 2011; Seppala ve ark., 2016; Gheller ve ark., 2021) formik asit içeren organik asit karışımının mısır silajına katılmasının mısır silajında laktik asit ve asetik asit içeriğini azalttığı ifade edilmiştir. Bu durum organik asitlerin neden olduğu hızlı bir pH düşüşü ile mısır silajının laktik asit ve asetik asit içeriğinin azalmasının neden olabileceği şeklinde ifade etmişlerdir. Selwet (2008), ise mısır silajına formik asit katkısının laktik asit ve asetik asit seviyesini kontrol grubuna kıyasla artırdığını belirtmiştir. Hafner ve ark., (2014) organik asit ilaveli muamele grubu ile kontrol grubu kıyaslandığında mısır silajında propiyonik asit bakımından istatistiki olarak bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra, çalışmamızın sonucunda deneme gruplarında KNTRL'e göre daha yüksek maya düzeyi tespit edilmiştir. Silolanmış bitkilerde mayaların

başka enerji kaynağı bulamadığı durumlarda ortamdaki laktik asidi tükettiği ifade edilmektedir (Coskuntuna ve ark., 2010). Mevcut çalışmada artan SF miktarı ile birlikte mısır silajının bütirik asit içeriği azalmışsa da istatistiki bir farklılığa yol açmamıştır. Rowghani ve Zamiri (2009)'un, formik asit katkısının bütirik asit düzeyini istatistiki olarak etkilediğini ifade etmesi, elde edilen sonuç ile uyumsuzdur. Fleig skoru gruplarda istatistiki bir farklılaşmaya yol açarken; gruplarda 98,33-119,27 arasında değerler almıştır.

Tablo 5. Mısır silajı laktik, asetik, propiyonik ve bütirik asit analizleri

Organik Asitler	Muamele Grupları			P Değeri
	KNTRL	SF1	SF2	
Laktik asit (g/kg)	5,89 ^a ±0,207	4,96 ^b ±0,113	4,81 ^b ±0,170	0,008
Asetik Asit (g/kg)	45,10 ^a ±4,607	21,24 ^b ±0,150	22,35 ^b ±1,835	0,002
Propiyonik Asit (g/kg)	1,07±0,520	0,66±0,039	0,50±0,013	0,437
Bütirik Asit (g/kg)	1,24±0,669	0,61±0,047	0,44±0,033	0,372
Fleig Skoru	119,27 ^a ±0,68	104,80 ^b ±1,22	98,33 ^c ±1,19	0,001

KNTRL: Kontrol grubu, aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı göstermektedir (P<0,05), *Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Maya küf analiz sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir. KNTRL – SF1 – SF2 gruplarında maya sayısı sırasıyla 3200 - 9500 -8000 cfu/gr olarak tespit edilmiştir (P<0,05). Kontrol ve muamele gruplarında küf gelişimi görülmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda formik asit veya format tuzlarının silaja ilave edilmesinin istenmeyen bazı mikroorganizmaların üremelerine yol açtığı bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1991). Gheller ve ark. (2021) ise farklı organik asit ve tuzlarının mısır silajına ilavesinin mikrobiyolojik olarak kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli bir fark oluşturmadığını dile getirmiştir. Silajda maya üremesi pH düzeyi ve laktik asit yoğunluğu ile doğrudan ilişkili olup çalışma kapsamında deneme gruplarındaki pH düzeyinin KNTRL grubuna göre yüksek olması ve laktik asit miktarının az olmasının maya üremesini uyardığı düşünülmektedir.

Tablo 6. Mısır Silajı maya ve küf sayımı sonuçları

	Muamele Grupları			P Değeri
	KNTRL	SF1	SF2	
Maya (cfu/gr)	3,2x10 ^{3a} ±14x10 ³ ±0,008	9,5x10 ^{3b} ±46x10 ³	8x10 ^{3b} ±8x10 ³	0,001
Küf (cfu/gr)	ND	ND	ND	

KNTRL: Kontrol grubu ND: Tespit edilemedi

Sonuçlar

Mısır silajı, tüm dünyada ve ülkemizde hayvanların beslenmesinde yaygın ve miktar olarak da fazla kullanılan önemli bir yem hammaddesidir. Bu manada mısır silajının uygun koşullarda hasat edildiği andaki tazeliğinin ve besin değerlerinin korunarak hayvanlara servis edilmesi gereklidir. Bu amaç için hammaddeleri koruma amaçlı birçok katkı maddesi kullanılarak çalışmalar yapılmaktadır ve silaj kalitesini artırmak amacıyla silaj katkı maddesi olarak organik asitler kullanılmaktadır. Mevcut çalışmada ise organik asitlerden biri olan SF kullanılmıştır. Çalışmada %1 ve %2 seviyelerinde silaj katkı maddesi olarak kullanılan SF'ın mısır silajı için pH, laktik asit, asetik asit, Fleig skorunu düşürdüğü, maya sayısını artırdığı görülmüştür. Kimyasal kompozisyonda ise herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Sonuç olarak SF mısır silajı fermantasyon kalitesini olumsuz etkilemiştir ve mısır silajı için katkı maddesi noktasında kullanımı tavsiye edilmemektedir. Fakat bu konu hakkında daha fazla *in vivo* ve *in vitro* çalışmaların yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje numarası: BAP 2020-022)

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Acar Z., Tan M., Ayan İ., Önal Aşçı Ö., Mut H., Başaran U., Gülümser E., Can M., Kaymak G. Türkiye’de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi İçinde, 13-17 Ocak 2020, Ankara, s: 529-553.
- Akarken N., Taş T. Bazı mısır hatlarının yaprak klorofil yoğunluklarının belirlenmesi. IMAC 2014 Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi 2014; 22-25 Eylül, Diyarbakır, s. 967.
- Akyıldız R. Yemler bilgisi laboratuvar klavuzu. 1984 İkinci Baskı, Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No. 893, Ankara.
- Alagöz MA., Türk M. Bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2020; 15(2): 186-191.
- Alçıçek A., Kılıç A., Ayhan V., Özdoğan M. Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi Bildirileri 11-15 Ocak 2010, Ankara, s: 1071- 1080.

- Altınçekiç E., Filya İ. 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* 2018; 6(7): 887-892.
- AOAC International. Ash of Animal Feed, in: *Official Methods of Analysis of AOAC International* 2005; pp. 8. 18th Edition. Gaithersburg, MD (USA)
- AOAC International. Protein (Crude) in Animal feed, combustion method 990.03, *AOAC Official Method* 2006; pp. 30–31, 18th Edition. Gaithersburg, MD (USA)
- Arbabi S., Ghoorchi T., Hasani S. The effect of delayed ensiling and application of an organic acid-based additives on the fermentation of corn silage. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 2009; 4(5): 219-227.
- Arslan Duru A., Kaya Ş. Farklı oranlardaki zeytin posası-mısır hasılı karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2016; 4(12): 1201-1206.
- Atasever M., Yılmaz Ş., Ertekin, İ. Ekim zamanının Amik Ovası koşullarında yetiştirilen bazı mısır (*Zea mays L.*) çeşitlerinde ot verimi ve kalitesine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi* 2020; 25(3): 326-340.
- Aydın B., Öztürk O., Çobanoğlu F., Çebi U., Özkan E., Özer S. Damla sulama desteklemelerinin silajlık mısır üretimi üzerine etkisi: Edirne İli Örneği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* 2020; 6(3): 496-505.
- Barmaki S., Alamouti AA., Khadem AA., Afzalzadeh A. 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.* 2018; 73: 406–412.
- Başaran U., Gülümser E., Doğrusöz M Ç., Hanife MUT., Şahin A. Farklı silajlık mısır çeşitlerinin hamur olum döneminde silaj ve tane özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 2017; 20, 1-5.
- Bingöl NT., Karşlı MA., Bolat D., İsmail A KÇA. Vejetasyonun farklı dönemlerinde hasat edilen korungaya ilave edilen melas ve formik asit'in silaj kalitesi ve in vitro kuru madde sindirilebilirliği üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2008; 19(2): 61-66.
- Britt DG., Huber JT., Rogers AL. Fungal growth and acid production during fermentation and refermentation of organic acid treated corn silages. *Journal of Dairy Science* 1975; 58(4): 532-539.
- Baytok E., Aksu T., Karşlı MA., Muruz H. 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* 2005; 29(2): 469-474.
- Coskuntuna L., Koc F., Ozduven ML., Coskuntuna A. Effects of organic acid on silage fermentation and aerobic stability of wet brewer's grain at different temperatures. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 2010; 16(5): 651-658.

- Çaçan E., İpekeşen S. Silajlık mısırdaki bazı kalite özelliklerinin farklı ekim zamanlarına göre değişimi. *Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi* 2021; 1(1): 37-45.
- Çağır S. Farklı olum dönemlerinde hasat edilen silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi (Master's Thesis, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü) 2020, Aydın
- Chamberlain DG., Quig J. The effects of the rate of addition of formic acid and sulphuric acid on the ensilage of perennial ryegrass in laboratory silos. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1987; 38(3): 217-228.
- Conaghan P., O'Kiely P., O'Mara FP. Possibilities of increasing the residual water-soluble carbohydrate concentration and aerobic stability of low dry-matter perennial ryegrass silage through additive and cultivar use. *Grass Forage Sci.* 2011; 67: 177-198.
- Duncan DB. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 1955; 11: 1-42
- de Oliveira IL., Lima LM., Casagrande DR., Lara MAS., Bernardes TF. Nutritive value of corn silage from intensive dairy farms in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2017; 46, 494-501.
- Filya İ. Silaj yapımı, teknolojisi ve kullanımı. Süttaş. Hayvancılık serisi:2. 2006, Bursa.
- Filya İ. Sucu E. Silaj fermantasyonunda organik asit kullanımı üzerinde araştırmalar 1. Formik asit temeline dayalı bir koruyucunun laboratuvar koşullarında yapılan mısır silajlarının fermantasyon, mikrobiyal flora, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkisi. *Journal of Agricultural Sciences* 11.01 2005; 51-56.
- Gheller LS., Ghizzi LG., Takiya CS., Grigoletto NT., Silva TB., Marques JA., Rennó FP. Different organic acid preparations on fermentation and microbiological profile, chemical composition, and aerobic stability of whole-plant corn silage. *Animal Feed Science and Technology* 2021; 281, 115083.
- Gürel F., Gösterit A., Balcıoğlu MS. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin arılar üzerine olası etkileri. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi 2009; 19-22 Ekim, Hatay.
- Hafner SD., Franco RB., Kung Jr L., Rotz CA., Mitloehner, F. Potassium sorbate reduces production of ethanol and 2 esters in corn silage. *Journal of Dairy Science* 2014; 97(12):7870-7878.
- Han KJ., Collins M., Vanzant ES. Dougherty CT. Bale density and moisture effects on alfalfa round bale silage. *Crop Sci.* 2004; 44: 914-919.
- Hancock DW., Collins M. Forage preservation method influences alfalfa nutritive value and feeding characteristics. *Crop Sci.* 2006; 46: 688-694.
- Henderson AR., McDonald P., Woolford MK. Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. *J. Sci. Food. Agric.* 1972; 23, 1079-1087.
- Henderson N. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology* 1993; 45: 35-56.
- Huber JT., Soejono M. Organic acid treatment of high dry matter corn silage fed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 1976; 59(12): 2063-2070.

- ISO 10520. Native starch - Determination of starch content Ewers polarimetric method.1997; Int. Stand, <https://www.iso.org/standard/18589.html>.
- ISO 6865. Animal feeding stuffs - Determination of crude fibre content - Method with intermediate filtration. 2000; Int Stand Organ [Internet]. www.iso.org.
- Jiang F., Cheng H., Liu D., Wei C., An W., Wang Y., Sun H., Song E. Treatment of whole-plant corn silage with lactic acid bacteria and organic acid enhances quality by elevating acid content, reducing ph, and inhibiting undesirable microorganisms. *Front. Microbiol.* 2020; 11: 593088. doi: 10.3389/fmicb.2020.593088
- Kara K. In vitro methane production and quality of corn silage treated with maleic acid. *Italian Journal of Animal Science* 2015;14(4): 3994.
- Karaer M., Gülümser E., Hanife MUT., Gültaş HT. Ana ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde sulama suyu kullanım etkinliği ve ekonomik analiz. *ISPEC Journal of Agricultural Science* 2021; 5(3): 652-658.
- Keleş G. Homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin mısır silajının kimyasal kompozisyonu ile konya merinosu toklularda performans etkileri. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009, Konya.
- Kung Jr L., Lim JM., Hudson DJ., Smith JM., Joerger RD. Chemical composition and nutritive value of corn silage harvested in the northeastern United States after Tropical Storm Irene. *Journal of Dairy Science* 2015; 98(3): 2055-2062.
- Lv J., Fang X., Feng G., Zhang G., Zhao C., Zhang Y., Li Y. Effects of sodium formate and calcium propionate additives on the fermentation quality and microbial community of wet brewers grains after short-term storage. *Animals* 2020; 10(9): 1608.
- McDonald P., Henderson AR., Heron SJE., 1991. The biochemistry of silage, second ed. Chalcombe Publications, Kent, UK
- Meşe A., Gülümser, E. Farklı silajlık mısır çeşitlerinin Bilecik ekolojik koşullarında tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Dicle Üniv. Fen Bil. Ens. Dergisi* 2020; 9(2): 89-98.
- Meşe A., Gülümser E., Silajlık mısır çeşitlerinin ham protein verimi ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2021; 52(3): 231-237.
- Muck RE., Nadeau EMG., McAllister TA., Contreras-Govea FE., Santos MC., Kung Jr L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science* 2018;101(5): 3980-4000.
- NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. seventh Re. Washington, DC. 2001; National Academy Press.
- Okumuş A. İkinci ürün mısır silajına fındık zurufu ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve in vitro gaz üretimi üzerine etkileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2021 Bursa.

- Oliveira MR., Bueno AVI., Leão G FM., Neumann M., Jobim CC. Nutritional composition and aerobic stability of wheat and corn silages stored under different environmental conditions. *Semina: Ciências Agrárias* 2018; 39(1): 253-260.
- Öztürk Y. Bursa ekolojik koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı silajlık mısır çeşitlerinin ot verimi ve kalitesi ile silaj özelliklerinin belirlenmesi (Doktora tezi). 2019 Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Rowghani R., Zamiri MJ. The effects of a microbial inoculant and formic acid as silage additives on chemical composition, ruminal degradability and nutrient digestibility of corn silage in sheep. *Iranian Journal of Veterinary Research* 2009; 10(2): 110-118.
- Saarisalo E., Jalava T., Skyttä E., Haikara A., Jaakkola S. Effect of lactic acid bacteria inoculants, formic acid, potassium sorbate and sodium benzoate on fermentation quality and aerobic stability of wilted grass silage. *Agric. Food Sci.* 2006; 15: 185–199.
- Selwet M. Effect of organic acids on numbers of yeasts and mould fungi and aerobic stability in the silage of corn. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 2008; 11(2): 119.
- Seppälä AT., Heikkilä MM., Rinne M. Effects of additives on the fermentation and aerobic stability of grass silages and total mixed rations. *Grass Forage Sci.* 2016; 71: 458–471.
- Sniffen CF., Ballard CS., Carter MP., Cotanch KW., Dann HM., Grant RJ., Mandebvu P., Suekawa M., Martin SA. Effects of malic acid on microbial efficiency and metabolism in continuous culture of rumen contents and on performance of mid-lactation dairy cows. *Anim. Feed Sci. Tech.* 2006; 127: 13-31.
- Tanrikulu A., Dokuyucu T., Sürme M. Mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının silaj verimi, verim unsurları ve kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 9(1): 43-52.
- Tian H., Wang Y., Liu Z., Hu Z., Guo Y., Deng M., Sun B. Effects of malic acid and sucrose on the fermentation parameters, cneps nitrogen fractions, and bacterial community of moringa oleifera leaves silage. *Microorganisms* 2021; 9(10): 2102.
- Turan N., Yılmaz İH. Van koşullarında I. ve II. ürün olarak yetiştirilen bazı silajlık mısır çeşitlerinin hasıl verim ve bazı verim unsurlarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2000; 31(2): 63-71.
- Turhal K. Türkiye'de yıllara göre mısır (*Zea mays* l.) ekim alanları ile verimin mısır üretimine olan etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 2021; 5(2): 418-425.
- Van Soest PV., Robertson JB., Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science* 1991; 74, 3583–3597, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wilson RF., Wilkins RJ. Formic acid as a silage additive: Effects of formic acid on fermentation in laboratory silos. *The Journal of Agricultural Science* 1973; 81(1): 117-124.

Yaylak E., Alçiçek A. Sığır besiciliğinde ucuz bir kaba yem kaynağı, mısır silajı. Hayvansal Üretim Dergisi. 2003; 44(2): 29-36.

Yazgan O., Bahtiyarca, Y. Yüksek verimli süt ineklerinin beslenmesi. 1999 S.S. Konya Pancar Ekicileri Eğitim ve Sağlık Vakfı Yayınları 3.