MEMBA Su Bilimleri Dergisi

https://dergipark.org.tr/tr/pub/memba

Elma Posasına Farklı Oranlarda Fiğ Tohumu İlavesinin Silaj Kalitesi, Yem Değeri ve Rumen Fermantasyon Parametreleri Üzerine Etkisi

Şeyma Çilo[1] , Hatice Kaya[1*]

Özet: Bu çalışma, gruplar arasında kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenerek hazırlanan elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu (%3, 6 ve 9) ilavesinin; silaj kalitesi, yem değeri ve rumen fermantasyon parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, *in vitro* gaz üretim tekniği ve Ankom Daisy *in vitro* fermantasyon sistemi kullanılmıştır. Denemede elma posası (kontrol grubu), elma posası+ %10 buğday samanı, elma posası+ %7 buğday samanı+ %3 fiğ, elma posası+ %4 buğday samanı+ %6 fiğ, elma posası+ %1 buğday samanı+ %9 fiğ ilave edilerek 5 silaj grubu oluşturulmuştur. Her bir silaj grubu 4 tekerrür olacak şekilde torbalarda vakumlanıp fermantasyon için 60 gün bekletilmiştir. Fermantasyon sonrası açılan silaj numunelerinde yapılan analizlerde NH3, fleig puanı, NDF, ADF, gaz üretimi, gerçek sindirilebilir kuru madde, gerçek sindirim derecesi, metabolik enerji, net enerji laktasyon, organik madde sindirim derecesi, kuru madde sindirilebilirliği, nispi yem değeri, nispi yem kalitesi, taksimat faktörü, mikrobiyal kazanım, mikrobiyal protein sentezleme etkinliği ve bireysel uçucu yağ asitlerinden asetik asit ile propiyonik asit değerlerinin önemli düzeyde etkilendiği belirlenmiştir (P<0.05). Gruplara ait pH, ham yağ, metan üretimi ve metan yüzdesi parametrelerinin muameleden etkilenmediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, meyve sanayi işleme yan ürünü olan elma posasının kuru madde içeriği buğday samanı ile artırılıp farklı oranlarda fiğ tohumu ilave edilmesi ile oluşturulan silajlarda kalitenin arttığı ve *in vitro* sindirim değerlerinde olumlu etkiler sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma posası, fiğ tohumu, in vitro gaz, silaj, yem değeri

The Effects of Adding Different Levels of Vetch Seed to Apple Pomace Silages on Silage Quality, Feed Value and Rumen Fermentation Parameters

Abstract: This study was conducted to determine the effects of adding different levels of vetch seed (3%, 6%, and 9%) to apple pomace silages, which were prepared by equalizing the dry matter content with wheat straw, on silage quality, feed value, and rumen fermentation parameters. The *in vitro* gas production technique and Ankom Daisy *in vitro* fermentation system were used in the study. In the experiment, five silage groups were formed by adding apple pomace (control group), apple pomace + 10% wheat straw, apple pomace + 7% wheat straw + 3% vetch, apple pomace + 4% wheat straw + 6% vetch, and apple pomace + 1% wheat straw + 9% vetch. Each silage group was vacuum sealed in bags and fermented for 60 days. Analysis of the silage samples after fermentation revealed that NH3, Fleig score, NDF, ADF, gas production, true digestible dry matter, true digestibility, metabolic energy, net energy lactation, organic matter digestibility, dry matter digestibility, relative feed value, relative feed quality, partitioning factor, microbial gain, microbial protein synthesis efficiency, and individual volatile fatty acids, such as acetic acid and propionic acid, were significantly affected (P<0.05). It was also found that pH, crude fat, methane production, and methane percentage were not influenced by the treatments. As a result, it has been determined that the quality of silages created by increasing the dry matter content of apple pomace, which is a by-product of fruit industry processing, with wheat straw and adding vetch seeds at different rates, increases and provides positive effects on *in vitro* digestion values.

Keywords: Apple pulp, vetch seed, in vitro gas, silage, feed value

Makale Bilgisi (Araştırma)

1 Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Erzurum / Türkiye
***Sorumlu yazar:**
hkaraca@atauni.edu.tr

Alıntı: Çilo, Ş. & Kaya, H. (2025), Elma Posasına Farklı Oranlarda Fiğ Tohumu İlavesinin Silaj Kalitesi, Yem Değeri ve Rumen Fermantasyon Parametreleri Üzerine Etkisi, Memba Su Bilimleri Dergisi 11 (1), 50-61
https://doi.org/10.58626/memba.1667351

Başvuru Tarihi: 3 Şubat 2025
Kabul Tarihi: 25 Mart 2025
Yayın Tarihi: 28 Mart 2025

1. Giriş

Ruminant hayvan beslemede kaliteli ve ucuz kaba yemler kullanmak işletme karlılığını artırdığı, hayvan sağlığını olumlu etkilediği ifade edilmesine rağmen mevcut kaynaklar dikkate alındığında Türkiye'de önemli miktarda kaliteli kaba yem açığı olduğu bildirilmektedir (TAGEM, 2022, Kaya vd., 2022). Ülkemizde 2024 yılı haziran ayında 16 milyon 555 bin büyükbaş, 53 milyon 965 bin küçükbaş, toplamda 70 milyon 519 bin 688 baş hayvan varlığı bulunmaktadır (TUİK, 2024 a). Türkiye'de 2024 yılı tahmini kaba yem üretimi 80.8 milyon ton, ihtiyaç 108,7 milyon ton olduğu toplam kaba yemin ihtiyacı %74.8 oranında karşıladığı rapor edilmiştir (TAGEM, 2022). Ülkemizdeki kaba yem yetersizliğinden dolayı araştırmacılar, yem üreticileri ve hayvan yetiştiricileri alternatif olabilecek yem kaynaklarını araştırmaya yönelmişlerdir. Ekonomik hayvan yetiştiriciliği için kullanılan yem kaynaklarının miktarı ve kalitesinin artırılmasına ilave olarak daha ucuz alternatif olabilecek olanlarının kullanımı önemli olmasının yanında atık kaynaklı çevresel kirliliğinin önlenmesi bakımından değerlidir. Bu durum elma posasının da içinde bulunduğu meyve işleme sanayii yan ürünlerinin üretim potansiyeli ve yem değeri açısından alternatif yem kaynakları olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

TUİK verilerine göre Türkiye'de 2024 yılında 4.4 milyon ton elma üretimi gerçekleşmiştir (TUİK, 2024b). Elma posası, elma suyu üretimi işleminde yan ürün olarak açığa çıkmakta ve atıkların %25-35'ini oluşturmaktadır. Elma posasının bileşimi, üretimde kullanılan elmanın çeşidine ve işleme aşamasında kullanılan preslemenin niteliğine ve tekrarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Sülük vd., 2018). Elma posası kabuk, çekirdek, tohum, çanak yaprak, saptan ve yumuşak dokudan oluşmakta, bileşiminde basit şekerler, az miktarlarda mineraller, proteinler, vitaminler, hemiselüloz, selüloz, lignin ve fenolik bileşikler bulunmaktadır (Sülük vd., 2018). Yapılan çalışmalarda, elma posasının %14.57 kuru madde, %0.42 ham kül, %1.04 ham protein, %3.65 ham yağ, %33.35 ham selüloz, %14.15 organik madde, % 25.20 ADF, % 30.10 NDF içerdiği bildirilmektedir (Yalçınkaya vd., 2012; Gemalmaz ve Tanay 2016).

Meyve suyu işletmelerinden yıl içerisinde çok fazla elma posası ortaya çıkmakta ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Hayvan beslemede yem olarak değerlendirilmesinde daha uzun süre muhafaza etmek posanın silolanmasını ya da dehidrasyonunu gerektirmektedir (Kengoo vd., 2023).

Silaj, su içeriği yüksek olan yemlerin bir miktar kurutma (soldurma) işleminden sonra havasız ortamda laktik asit (süt asidi) bakterilerine maruz bırakılarak meydana gelen, ruminant hayvan beslemede önem arz eden fermente kaba yem kaynağıdır (Ünal vd., 2024). Silaj çalışmalarında genellikle fermantasyon sürecine yardımcı olmak amacıyla, besin ve enerji geri kazanımını iyileştirmek için üre, buğday samanı, kuru ot, kurutulmuş peynir suyu, öğütülmüş mısır, melas gibi çeşitli silo katkı maddeleri kullanılmaktadır (Yalçınkaya vd., 2012, Yitbarek ve Tamir 2014). Silaj materyalinin KM oranını artırmak için saman gibi kuru madde (KM) oranı yüksek olan başka yem materyali ilavesi yapılabilir. Ancak samanın protein oranının düşük olması ve lignin gibi sindirimi olumsuz yapılar içermesi silajın besin değerini düşüreceğinden besin değeri yüksek yem materyalleri ilave edilerek silaj kalitesi artırılabilir (Pirmohammadi vd., 2006).

Yapılan silaj çalışmalarında, ruminant hayvanların protein olmayan nitrojen (NPN) tabiatındaki ürünleri protein kaynağı olarak kullanabilme özelliklerinden dolayı yem bitkilerinin ham protein içeriklerini artırmada silo katkı maddesi olarak üre, nitrat gibi NPN kaynakları kullanıldığı ifade edilmektedir (Canbolat vd., 2014; Gürsoy vd., 2022; Gürsoy vd., 2023). Üre silajın ham protein içeriğini artırmak için kullanılan katkı maddesidir. Çok güçlü alkali özelliğe sahip olan üre silolanan ürünün pH'sını hemen 8-9 düzeyine çıkarır ve fermantasyon açısından istenmeyen bir durum oluşturur. Üre katılmış materyallerde pH düşüşü için daha fazla asit üretimine ihtiyaç duyulacağından KM kayıplarının artacağı ve beklenen faydaların görülemeyebileceği ifade edilmektedir (Keleş, 2017). Ürenin en önemli dezavantajı silajda olması istenen laktik asit bakteri sayısını düşürmesi ve böylece fermantasyon başlamasını geciktirmesidir (Yitbarek ve Tamir, 2014). Ürenin toksititesinin olmaması için silolanan her bir ton taze ürüne yaklaşık 2-3 kg üre katılması ve sulandırılarak homojen şekilde ilavesi ifade edilmektedir (Filya, 2000). Sulandırma işleminde silo yeminin kuru madde içeriği düşme riski oluşur. Ayrıca homojen karıştırma yapılmaz ise veya nemi yüksek ürünlere katılırsa silaj tabanında üre birikmesi görülür. Üre oranının fazla olduğu bu kısımlardan tüketen hayvanlarda zehirlenmelere sebep olur (Filya, 2000). NPN' li bileşiklerin silolanan bitkilerin KM, NDF ve ADF sindirilebilirliğini artırırken, ruminantların canlı ağırlık kazancı, süt verimi ve yemden yararlanma düzeyi gibi önemli performans kriterlerini artırmadığı ifade edilmiştir (Filya, 2000). Elma posası silajı protein içeriğini artırmak amacıyla üre yerine fiğ tohumu katkı maddesi olarak kullanımı ile yukarıda ifade edilen risklerin bertaraf edilmesi sağlanabilir.

Fiğ yüksek ot verimi ve besin değeri nedeniyle kaba yem olarak kullanıldığı gibi içerdiği yüksek seviyede protein nedeniyle kesif yem amacı ile de yetiştirilmektedir (URL, 2024). Yapılan bir çalışmada fiğ tohumunun % kuru madde, ham kül, ham yağ, ham protein, NDF ve ADF değerleri sırasıyla 89.50, 2.69, 3.29, 25.41 ve19.74 olarak rapor edilmiştir (Işık ve Kaya 2020). Elma posasının protein içeriğini artırmak amacıyla üre katkı maddesi kullanılmış çalışmalar yapılmış olmasına rağmen aynı amaçla fiğ tohumu ilave edilerek elde edilen silajların kalite, yem değeri ve in vitro sindirilebilirlik üzerine yürütülmüş çalışmalara rastlanmamıştır.

Bu çalışma, kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenerek (yaklaşık %33) hazırlanan elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu (%3, 6 ve 9) ilavesinin; silaj kalitesi, yem değeri, in vitro sindirilebilirlik, gaz ve metan üretimini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metod

Araştırmanın yem materyalini oluşturan elma posası Isparta ilinde bulunan özel bir fabrikadan (Eyüp Ülperen Yaş Meyve Ticareti), fiğ tohumu ve saman ise piyasadan temin edilmiştir. Silajların fiziksel ve kimyasal analizleri için Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü yem laboratuvarındaki imkânlardan yararlanılmıştır. Fabrikadan temin edilerek laboratuvara getirilen elma posası kuru madde (KM) düzeyi yaklaşık %33 olacak şekilde buğday samanı ile eşitlenmiş KM esasına göre farklı oranlarda (%3, 6, 9) fiğ tohumu ilave edilerek silajlar yapılmıştır. Toplam 5 farklı silaj deneme grubu; elma posası (kontrol grubu (E0)), elma posası+ %10 buğday samanı (E1), elma posası+ %7 buğday samanı+ %3 fiğ (E2), elma posası+ %4 buğday samanı+ %6 fiğ (E3), elma posası+ %1 buğday samanı+ %9 fiğ (E4) şeklinde oluşturulmuştur. Her gruptan 4 tekerrür olacak şekilde hazırlanan karışımlar el yardımı ile silaj poşetlerine (25x35 cm) doldurulmuş ve silaj örnekleri vakum makinesi (Lavion DZ-100SS, Xiamen Yeasincere Industrial Corporation, China) kullanılarak tamamen havasız bir ortam elde edilinceye kadar vakumlanarak labaratuvar ortamında (yaklaşık 25±2 ºC) 60 günlük fermentasyon için bekletilmiştir.

Denemede kullanılacak olan rumen sıvısı, Erzurum Et ve Süt Kurumu kesimhanesinde 3 yaşından büyük, üç büyükbaş hayvandan, hayvanlar kesilir kesilmez Kılıç ve Abdiwali (2016)'nin bildirdiği yönteme göre ağzı vidalı kapaklı cam şişeye alınmış, içinde yaklaşık 39°C'de su bulunan kapaklı termos konteyner ile Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'na getirilmiş, CO2 gazı altında dört katlı tülbentten süzüldükten sonra in vitro gaz üretimi ve Daisy incubator tekniğinde kullanılmıştır.

Silolama süresinin 60. gününden sonra açılan silaj numunelerinde pH ve amonyak azotu (NH3-N) içerikleri belirlendikten sonra 48 saat süreyle 65°C' de kurutma dolabında kurutulmuş ve 1mm elek çapı olan değirmende öğütülmüştür. Öğütülen silaj numunelerinde KM, ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) analizleri AOAC (1990)'nin bildirdiği metoda göre, ham selüloz (HS) analizleri Crampton ve Maynard (1938)'ın bildirdikleri yönteme göre, nötr deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lif (ADF) analizleri ise Van Soest vd. (1991)'nin bildirdiği metoda göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak tayin edilmiştir.

Silajların pH analizleri için 90 ml saf su içerisinde 10 gr silaj yemi bekletilip süzüldükten sonra süzüntüde elektronik 0.01 hassasiyette dijital göstergeli elektronik pH metre (Sartorius, Basic PB-20, Goettingen, Germany) ile ölçüm yapılmıştır. Silajların NH3-N içeriği kjeldahl distilasyon ünitesinde (Gerhadth, Bonn, Germany) AOAC (2000)'ye göre belirlenmiştir. Silo yemi kalitesini belirlenmek için silo yemi pH ve kuru madde içeriği arasındaki ilişkiden yararlanılarak silo yeminin kalite sınıfı, fleig puanı Kılıç (1986) tarafından bildirilen formüle göre hesaplanmıştır.

[Fleig Puanı = 220 + (2 x % Kuru madde - 15) - 40 x pH]

Yukarıda verilen formüle göre elde edilen fleig puanları, pekiyi (81-100), iyi (61-80), orta (41-60), düşük (21-40) kötü (0-20) aralığında sınıflandırılması yapılmıştır.

2.1. Silajların Nispi Yem Değeri, In vitro sindirilebilirlik ile Nispi Yem Kalitesinin Belirlenmesi

Yem ham maddelerinin nispi yem değeri (NYD) kaba yemin içerdiği NDF, ADF ve hayvan tarafından kaba yemin tüketim yeteneğiyle sağlanabileceği enerji değerinin tahminine dayanan bir metottur. NYD tam çiçek dönemindeki yonca kuru otunun %53 NDF ve %41 ADF içeriklerinden hesap edilen 100 değerini temel almaktadır (Rohweder vd., 1978). Silaj gruplarında kuru madde sindirimi (%KMS), kuru madde tüketimi (%KMT) ve NYD Ward ve Ondarza (2008) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlikler yardımıyla saptanmıştır.

%KMS = 88.9- (0.779 x ADF % Kuru madde)

KMT (CA %'si) = 120 / (NDF % Kuru madde)

NYD = %KMS x %KMT /1.29

"The Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council" tarafından yapılan sınıflandırmaya göre NYD bakımından yemlerde: >151 (en kaliteli), 151-125 (1. sınıf), 124-103 (2. sınıf), 102-87 (3. sınıf), 86-75 (4. sınıf) <75 (5. sınıf) kaliteyi ifade etmektedir (Abdiwali ve Kılıç, 2018).

In vitro olarak kaba yemlerin nispi yem kalitesini (NYK) tespit etmek için Daisy incubatör cihazında, silaj örnekleri 48 saatlik fermentasyona tabi tutulmuş elde edilen sindirilebilirlik değerleri Ward ve Ondarza (2008) tarafından bildirilen aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmış ve Marten vd. (1988) belirttiği skala dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

NYK= (Nisbi Yem Kalitesi) = KMT*TSBM/1,23

KMT (CA'ın %'si olarak) =-2,318 + (0,442*HP) - (0,01*HP2) - (0,0638*TSBM) + (0,000922*TSBM2) + (0,180*ADF) - (0,00196*ADF2) - (0,00529*HP*ADF)

TSBM= (NFC×0.98) + (HP×0.93) + (FA×0.97×2.25) + (NDFn×NDFS / 100) - 10

NFC= Lifsiz karbonhidrat (Kuru maddenin yüzdesi olarak) = 100-NDFn+HP+HY+HK

FA=Yağ asitleri= Ham yağ-1

NDFn= Azotsuz NDF= NDF*0,93

NDFDp = 22.7 + .664*NDFS

NDFS %=NDF sindirilebilirliği (Daisy 48 saat) = NDFS=100 – (((D2-D1) / (D3-D4) * 100)

(D1: F57 süzgeç torbalarının darası, D2: Ankom 200/220 selüloz tayin cihazında NDF solüsyonunda işlem görüp etüvde kuruyan örnek içeriği; D3: örneğin % NDF içeriği, D4: örneğin KM içeriği)

Yukarıdaki formüle göre Nispi yem kalite;>140 (çok iyi),110-139 (iyi), 90-109 (orta), <75 (kötü) standartları

arasında sınıflandırılmıştır.

2.2. In Vitro Gaz Üretimi ve Gerçek Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi

Deneme materyali yem örneklerine ait 24 saatlik gaz üretim miktarlarının ölçülmesinde in vitro gaz (İVG) üretim tekniği modifiye edilerek uygulanmıştır (Menke vd., 1979). Silaj örneklerinden 200 miligram silaj örnekleri 100 ml hacime sahip cam şırıngalar içerisinde 40 ml tampon çözelti içeren rumen sıvısı ile 39 ºC sıcaklıktaki su banyosunda 24 saatlik inkübasyon işlemi için bekletilmiş (Menke vd., 1979) metan miktarı (%) İnfrared Metan Analiz cihazı ile (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) tayin edilmiştir. Toplam gaz üretimin okunmasının ardından enjektörler içindeki gaz plastik enjektör yardımı ile metan analizörüne alınarak, metan üretimi (ml) toplam gazın yüzdesi olarak, aşağıda bulunan formül ile elde edilmiştir (Goel vd., 2008).

Metan üretimi(ml) = toplam gaz üretimi(ml)* metanın yüzdesi (%)

Gazları alındıktan sonra şırıngada kalan yem örnekleri ve rumen sıvısı Van Soest vd. (1991) bildirildiği gibi hazırlanan NDF çözeltisi içerisinde 1 saat kadar kaynatılma işlemi yapılmıştır. Kaynama sonrası Blummel vd. (1997)'nin bildirdiği formüller ile gerçek sindirim değerleri ve mikrobiyal protein tespit edilmiştir.

GSD (gerçek sindirim değeri, %) = ((inkübe edilen KM (mg)-Kalan km (mg)) /inkübe edilen KM (mg))*100

GSKM (gerçek sindirilebilir kuru madde) (mg) = inkübe edilen KM (mg)- Kalan KM(mg)

TF (taksimat faktörü) = GSKM/GÜ (gaz üretimi)

MPÜ (mikrobiyal protein üretimi) = (GSKM-(2.2 * Gaz Üretimi))

MPSE= ((GSKM-(2.2*Gaz Üretimi)) / GSKM) * 100.

Deneme ve kontrol gruplarının organik madde sindirilebilirlik değerleri (OMS, %), Menke ve Steingass (1988)'ın bildirdiğine göre aşağıda sunulan formül yardımıyla tespit edilmiştir.

OMS (%)= 14.88+0.889 GÜ + 0.45 HP + 0.65 HK

Yemlerin metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) değerleri, Menke ve Steingass (1988)'in bildirdiği aşağıda verilen formül yardımı ile hesaplanmıştır.

ME (MJ/kg KM) = 1,68 + 0.1418 x GÜ + 0.073 x HP + 0.0217 x HY-0,028*HK

NEL (MJ/kg KM) = -0,06+0,1047 x GÜ + 0.049 x HP + 0.0130 x HY-0,010 x HK

2.3. Rumen pH ve Rumen Amonyak (NH3) Azot Tayini

In vitro inkübasyon sonrası tampon çözelti içeren rumen sıvısı karışımından her muamele grubu için 4'er paralel örnek alınıp pH ölçümü yapılmıştır. pH ölçümünün ardından örnekler, amonyak azotu (NH3-N) analizi için Kjeldahl cihazındaki destilasyon ünitesine yerleştirilip Markham (1942)'nin bildirdiği gibi tayin edilmiştir.

2.4. Uçucu Yağ Asit Tayini

In vitro ortamda rumen sıvısı ile fermantasyon sonunda cam şırıngalardaki sıvıda asetik asit, bütirik asit ve probiyonik asit Wiedmeier vd. (1987)'nin yöntemine göre tayin edilmiştir. İnkübasyon sonunda cam şırıngalar içinde meydana gelen uçucu yağ asitlerini belirlemek için, rumen sıvıları 4 katlı tülbent ile süzülmüş ve edinilen süzükler, 50 ml'lik plastik falkon tüplerin içerisine alınıp 5 dakika 3000 rpm'de satrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından elde edilen süzüğün üst kısmında biriken serumdan 10-20 ml alınarak polietilen santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Sonrasında ise 1 ml %25'lik fosforik asit üzerlerine eklenmiştir. Tüplerin ağzı kapatılıp 4 0C'de 10-15 dakika 14.000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Bu işlemin ardından üstte biriken sıvıdan, partikül gelmeyecek şekilde gaz kromotografi cihazına uygun 1,5 ml'lik cam vialler içerisine konup analizler yapılana kadar -20 0C'de depolanmıştır. Analiz edildiği dönemde örnekler derin dondurucudan çıkartılarak 20 dakika 10.000 rpm'de santrifüj edilerek çözündürülmüştür. Rumen sıvısında uçucu yağ asitleri Agilent 6890N marka gaz kromotografi cihazında, gereken kolon (Agilent Technologies 6890N gaz kromotografisi, Stabilwax-DA, 30m, 0.25 mm ID, 0.25 um df, Max. Temp:260 0C. Cat. 11023) ve program seçilerek tespit edilmiştir.

2.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler SPSS 20 paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplara ait ortalamaların karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi (Duncan, 1955) kullanılmıştır.

3. Bulgular Ve Tartışma

Denemede silolama öncesi kullanılan yem materyallerinin besin madde içerikleri (kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), metabolik enerji (ME)) Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Silaj materyallerinin besin madde içerikleri (%)

Yem maddeleri	KM	HK	HP	HY	ADF	NDF

Elma posası	23.00	2.16	7.62	7.07	47.43	61.73
Buğday samanı	92.03	14.87	2.87	1.97	50.80	83.27
Fiğ tohumu	89.22	6.98	29.81	1.48	12.61	19.02

KM: kuru madde, HK: ham kül, HP: ham protein, HY: ham yağ ADF: asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, NDF: nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ME: metabolik enerji

Kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenerek (yaklaşık %33) hazırlanan elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu (% 3, 6 ve 9) ilavesi ile oluşturulan silaj gruplarına ait ortalama besin madde içerikleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme Gruplarına Ait Ortalama besin madde içerikleri (KM'de %) ve varyans analiz sonuçları

Parametreler	**E0**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**OSH**	**P**
HK	1.50^{c}	2.12^{ab}	2.47^{a}	2.40^{a}	1.84^{bc}	0.48	0.007
HP	8.53^{c}	7.99^{c}	9.35^{b}	9.42^{b}	13.06^{a}	1.86	0.001
HY	0.87	0.81	0.85	0.82	0.86	0.07	0.767
ADF	39.51^{a}	39.46^{a}	38.12^{b}	36.73^{c}	35.03^{d}	1.83	0.001
NDF	52.86^{b}	54.27^{a}	52.15^{b}	51.92^{b}	49.42^{c}	1.73	0.001
HS	26.51^{a}	26.55^{a}	27.00^{a}	24.81^{b}	24.02^{b}	1.51	0.004

E0: elma posası (kontrol), E1: elma posası +%10buğday samanı, E2: elma posası+%7buğday samanı+%3 fiğ, E3: elma posası+%4 buğday samanı+%6fiğ, E4: elma posası+%1buğday samanı+%9fiğ, HK: ham kül, HP: ham protein, HY: ham yağ, ADF: asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, NDF: nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, HS: ham selüloz, OSH: ortalamanın standart hatası, P: aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Deneme gruplarına ait yemlerin kimyasal kompozisyon değerlerinin istatistik analizinde HY hariç farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Silajların HK ve HP içeriğinin katkı maddelerinin içeriğinden dolayı önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir ($P<0.01$). Deneme grupları arasında HP içeriği en yüksek elma posasına %9 fiğ tohumu ilave edilen E4 silaj grubunda (%13.06) bulunurken; en düşük elma posasına yalnızca buğday samanı ilave edilen E1 silaj grubunda (%7.99) olmuştur. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlardan farklı olarak Kengoo vd. (2023)'nın %85 elma posası ve %15 buğday samanı ile yaptıkları silajın HP değerinin %6.52; Canbolat (2022)'nin %2.5 üre ilaveli elma posası silajının HP değerinin %11.29 olduğunu rapor etmişlerdir. Posalardaki besin madde farklılıklarının işletmeden işletmeye değişebileceği belirtilmiştir (Kaya, 2016). Mevcut çalışma ile diğer çalışma sonuçları arasındaki farklılıklar elma posasının farklı işletmelerden elde edilmesi ve değişik katkı maddelerinin ilavesinden kaynaklanmış olabilir.

Kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenen elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu (% 3, 6 ve 9) ilavesinin ADF, NDF ve HS değerlerine etkisinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). En yüksek ADF ve NDF değerleri elma posasına %10 saman ilaveli E1 deneme grubunda (sırasıyla %39.51, 54.27) bulunması buğday samanının yüksek ADF, NDF içeriğine sahip olmasından kaynaklanabilir. Yemlerin kalitesi hakkında yorum yapmayı sağlayan asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içeriği yüksek olan yemlerin daha düşük enerji ve sindirilebilirliğe sahip olduğu rapor edilmektedir (Kutlu 2008). Elma posasına fiğ tohumu ilavesiyle yapılan silajlarda NDF ve ADF değerlerinde meydana gelen azalma yemin sindirebilirdik derecesine olumlu yönde katkı sağladığını göstermektedir. Mevcut çalışmadaki elma posasının NDF ve ADF düzeyleri Kaya (2016)'nın yaptığı çalışma ile benzerlik göstermiştir. Mevcut çalışmada en düşük HS değeri E4 muamele grubunda (%24.02), en yüksek HS değeri %10 oranında buğday samanı bulunan E2 grubu (%27.00) ve istatistiksel olarak benzer olan katkısız elma posası silaj grubunda (E0) (%26.51) tespit edilmiştir. E2 grubunda saman ilavesi E0 grubunda ise posanın elma kabuğu, çekirdeği gibi unsurları içermesi HS içeriğini artırdığı düşünülmektedir.

Silaj gruplarının KM, pH, Fleig skoru ile NH_3 azotu içeriklerine ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları Çizelge 3' te sunulmuştur. Yapılan analiz sonucuna göre elma posasına buğday samanı ve fiğ tohumu ilavesi ile oluşturulan silajların KM'si katkısız elma posası silajına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Mevcut çalışmadan elde edilen değerler %50 şeker pancarı yaprağı ve %50 elma posası ile yapılan silaj denemesinden yüksek (Ülger vd., 2015), elma posası, saman ve %0.1 üre ilaveli silaj denemesinden elde edilen değerlerden düşük (Yalçınkaya vd., 2012) olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Deneme gruplarına ait KM, pH, Fleig skoru ile NH_3 Azotu içeriklerine ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Parametreler	E0	E1	E2	E3	E4	OSH	P
Kuru Madde(%)	20.01[b]	27.65[a]	28.59[a]	28.68[a]	28.57[a]	0.39	0.001
NH_3 Azotu	0.35[ab]	0.38[a]	0.34[ab]	0.36[a]	0.29[b]	0.47	0.048
pH	3.99	4.02	4.08	4.09	4.13	0.03	0.077
Fleig Skoru	85.54[b]	99.60[a]	99.08[a]	97.46[a]	98.43[a]	1.66	0.001

E0: elma posası kontrol, E1: elma posası +%10 buğday samanı, E2: elma posası+%7 buğday samanı+%3 fiğ, E3:elma posası+%4 buğday samanı+%6fiğ, E4: elma posası+%1buğday samanı+%9fiğ, OSH: ortalamanın standart hatası, P: aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir (p<0.05).

NH_3 azotu değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). Yemde bulunan proteinin parçalanması ile oluşan NH_3 azotu değerleri en düşük 0.29 ile E4 grubunda belirlenirken, en yüksek değer 0.38 ile E1 grubunda bulunmuştur. Mevcut değerler, fiğ yem bitkisine %2 ile %4 oranlarında ilave edilen şeftali posası, kayısı posası ve melas ilave edilen silajlarda (Gürsoy vd., 2024) elde edilen NH_3 değerlerinden düşük bulunmuştur. Kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenerek hazırlanan elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu ilavesi ile oluşturulan silaj gruplarına ait pH değerleri üzerine önemli etki yapmadığı tespit edilmiştir (P>0.05). Çizelge 3'te görüleceği gibi deneme silajlarının pH değerleri iyi bir silajda olması gereken değerler olan 3.8-4.2 arasında değişmektedir.

Silaj kalitesi belirlenmesinde kuru madde ve pH değerinden faydalanarak rakamsal olarak Flieg puanı (FP) şeklinde değerlendirme yapılabilir (Kılıç, 1986). Çizelge 3'de görüldüğü üzere gruplar arasında FP bakımından görülen farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.01). FP'ye göre silaj kalitesi değerlendirildiğinde bütün gruplar pekiyi sınıfına girdiği belirlenmiştir. En düşük FP değeri kontrol (E0) grubunda (85.54) görülmesine rağmen yüksek FP değerleri buğday samanı ve fiğ tohumu ilaveli gruplarda (E1, E2, E3, E4) sırasıyla 99.60, 99.08, 97.46, 98.43 olarak bulunmuştur. Elma posası silajına buğday samanı ve fiğ tonumu ilavesi silaj kuru madde içeriğini artırması FP değerini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Mevcut çalışmada bulunan değerler Ülger vd. (2015) bildirdiği değerden (61.39) yüksek, yonca silajına %10 elma posası ilave edilerek yapılan silaj çalışmasından (Çiftçi vd., 2005) (96,92) ve Yörük vd., 2014'ün %30 KM içeren buğday samanı (BS) ve fiğ kırması (FK) ilaveli şeker pancarı silajından elde edilen değerlerle (BS:84.87; FK:84.91) benzer aralıkta olduğu tespit edilmiştir.

Deneme gruplarına ait 24 saatlik *in vitro* gaz ve metan üretim değerleri (gaz (ml), metan (ml, %)), metabolik enerji (MJ/kg, KM), net enerji laktasyon (MJ/kg, KM) ve organik madde sindirim derecesi (%) Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Deneme Gruplarının 24 Saatlik *In Vitro* Gaz ve Metan Üretim Değerleri, Tahminlenen Parametrelerin Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	E0	E1	E2	E3	E4	OSH	P
Gaz(ml)	44.03[a]	41.08[c]	42.18[bc]	43.47[ab]	43.17[ab]	0.53	0.009
Metan(ml)	4.93	4.79	4.96	5.03	5.81	0.39	0.406
Metan(%)	11.17	11.65	11.72	11.62	13.37	1.75	0.486
ME(Mj /kg KM)	8.66[ab]	8.23[c]	8.45[b]	8.63[ab]	8.84[a]	0.24	0.001
NE_L(Mj /kg KM)	5.08[ab]	4.78[c]	4.94[b]	5.06[ab]	5.2[a]	0.17	0.001
OMS	58.83[b]	56.37[c]	58.19[b]	59.32[ab]	60.59[a]	1.68	0.001

E0: elma posası (kontrol), E1: elma posası +%10buğday samanı, E2: elma posası+%7buğday samanı+%3 fiğ, E3: elma posası+%4 buğday samanı+%6fiğ, E4: elma posası+%1buğday samanı+%9fiğ ME: metabolik enerji, NE_L: net enerji laktasyon, OMS: organik madde sindirimi, OSH: ortalamanın standart hatası, P: istatistikî önemlilik düzeyi a-d; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir (p<0.05).

Buğday samanı ile KM içeriği artırılan elma posası silajına fiğ tohumu ilavesi metan üretimi hariç incelenen diğer parametreleri (gaz üretimi, ME, NE_L ve OMS) önemli derecede etkilemiştir (P<0.01). *In vitro* gaz (IVG) üretim tekniği ile 24 saat fermentasyona tabi tutulan deneme gruplarında ölçülen gaz üretim değeri en fazla E0 (44.03ml) muamele grubunda en düşük gaz üretimi ise E1 (41.08 ml) muamele grubunda bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada (Boğa vd., 2020) yem veya yem karışımların yapısındaki ADF ve NDF'nin gaz üretimi ile ilişkili olduğunu ve bu değerlerin düşmesinin gaz üretimini artıracağını belirtmişlerdir. Mirzaei-Aghsaghali vd. (2011) ise elma posasının besin değerini *in vitro* gaz üretim tekniğini kullanarak belirmek

amacıyla yaptığı bir çalışmada yüksek gaz üretim oranını muhtemelen mikrobiyal popülasyonun karbonhidrat fraksiyonlarına kolayca ulaşılabilmesinden etkilendiğini saptamışlardır. Mevcut çalışmadan farklı olarak Kara vd. (2018) yaş esasa göre %100 nar posası, %100 elma posası ve %50 nar posası+ %50 elma posası karışımı olacak şekilde hazırladıkları silajların *in vitro* gaz, metan üretimi, organik madde sindirilebilirliği, ME ve NE_L değerlerini yalnızca elma posası silajında sırasıyla 32.44, 18.15, 41.52, 6.89 ve 3.29 olarak rapor etmişlerdir. Khatooni vd. (2014), 24 saatlik inkübasyonda %80 elma posası+%20 yonca küspesi karışımının *in vitro* gaz üretiminin 67,17 mL/0,2 g KM olarak gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Sunulan çalışmada deneme silajlarında katkı maddesi buğday samanı azaldıkça NDF ve ADF değerlerinin azaldığı (Çizelge 2) gaz üretim değerlerinin istatistiksel olarak arttığı (Çizelge 4) görülmektedir.

Yörük vd. (2014) buğday samanı, yonca samanı ve fiğ karıştırılarak KM düzeyleri %20, %25 ve %30'a çıkarılan şeker pancarı posası silajlarının bazı silaj kalite kriterleri ve rumende KM yıkılabilirliklerini naylon kese yöntemi ile inceledikleri çalışmalarında, mevcut deneme ile benzer olarak buğday samanlı gruplarda kuru madde yıkılabilirliğinin artan kuru madde düzeyleri ile ters orantılı olarak önemli derecede ($P<0.05$) azaldığını ifade etmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen değerler, elma posasına %2.5 üre ilave katkılı çalışmada (Canbolat, 2022) belirlenen gaz üretim değerleri (51.31ml) ve elma posasının besin değerini *in vitro* gaz üretim tekniğini kullanarak 24. saatlik gaz üretim değerlerinin belirlendiği çalışmada (Mirzaei-Aghsaghali vd., 2011) ölçülen gaz üretim değerlerinden (58.92 ml/0.2 g DM) düşük bulunmuştur. Kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenerek hazırlanan elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu (%3, 6 ve 9) ilavesi oluşturulan IVG üretim tekniği ile 24 saat fermentasyona tabi tutulan deneme gruplarında belirlenen metan üretimi ve metan payı önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Ruminant hayvanlar yaşama ve verim payı ihtiyaçları için gerekli olan enerji (ME, NE_L) ihtiyaçlarını günlük tükettikleri yem karışımlarından sağlamaktadırlar (Göncü ve Kaya 2024). Menke vd. (1979) 0.2 gr/ml'de fermentasyon sonucu oluşan 24 saatlik gaz değerinin, enerji dönüşüm formülüne ilave edilmesinin, yemlerin ME ve NE_L değerlerinin isabet derecesini artıracağını ifade etmişlerdir. Gaz üretim tekniği ile üretilen gaz miktarlarından faydalanarak hesaplanan ME, NE_L ve organik madde sindirim değeri (OMS) için en düşük değerler (sırasıyla 8.23 Mj/kg, 4.78 Mj/kg ve 56.37) E1 muamele grubunda, en yüksek (sırasıyla 8.84 Mj/kg, 5.2 Mj/kg ve 60.59) E4deneme grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4). Mevcut çalışmada ME ve NE_L parametrelerine ait değerler bazı çalışmadan elde edilen değerlerden yüksek (Ülger vd., 2015; Ünal vd., 2024) bazı denemelerden ise düşük (Mirzaei-Aghsaghali vd., 2011; Kara vd., 2018; Canbolat, 2022) olduğu belirlenmiştir. Sunulan çalışmada elma posasının OMS değeri Kara vd. (2018)'in yaptıkları çalışmada elde ettikleri değerden (41.52) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada elma posası silajlarının *in vitro* gaz ve metan üretimi ile tahminlenen parametre değerlerinin diğer çalışmalardan elde edilen değerlerden farklı olması posada uygulanan işlemler (meyve suyu, meyve konsantresi, etanol üretmek vb.), yapısal besin bileşimi, fermantasyonun süresi ve koşulları ile ilişkili olabilir.

In vitro tekniği, ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerin sindirim değerini laboratuvar şartlarında hesaplayabilmek için rumen ortamı taklit edilerek uygulanan bir yöntem olduğu ifade edilmektedir (Gürsoy vd., 2023). Elma posasına buğday samanı ve fiğ tohumu ilavesi ile oluşturulan silajların *in vitro* sindirim parametrelerine ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları Çizelge 5'de sunulmuştur.

Çizelge 5. *In Vitro* Sindirim Parametrelerine Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	E0	E1	E2	E3	E4	OSH	P
GSKM(mg)	182.19^{b}	181.17^{b}	194.26^{a}	203.21^{a}	180.00^{b}	10.9	0.001
TF(mg/ml)	2.28^{b}	2.43^{ab}	2.54^{a}	2.58^{a}	2.29^{b}	0.15	0.002
MK(mg)	6.92^{c}	17.63^{bc}	26.32^{ab}	30.13^{a}	6.92^{c}	12.02	0.001
MPSE	3.77^{b}	9.70^{a}	13.41^{a}	14.73^{a}	3.76^{b}	5.78	0.001
GSD(%)	35.65^{b}	35.46^{b}	38.13^{a}	39.92^{a}	35.39^{b}	2.16	0.001

E0: elma posası (kontrol), E1: elma posası +%10buğday samanı, E2: elma posası+%7buğday samanı+%3 fiğ, E3: elma posası+%4 buğday samanı+%6fiğ, E4: elma posası+%1buğday samanı+%9fiğ, GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde, TF: taksimat faktörü, MK: mikrobiyal kazanım, MPSE: mikrobiyal protein sentezleme etkinliği, GSD: gerçek sindirim derecesi, OSH: ortalamanın standart hatası, P: istatistikî önemlilik düzeyi a-d; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Silaj gruplarına ait gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal kazanım (MK), mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) ve gerçek sindirim derecesi (GSD) değerlerinin muameleden etkilendiği tespit edilmiştir ($P<0.01$). İncelenen parametreler bakımından en yüksek değerler E3 ve E2 silaj gruplarında benzer olarak bulunurken E0, E1 ve E4 silaj grupları diğer gruplara göre daha düşük değerler göstermiş ve benzer olduğu tespit edilmiştir. TF değeri yüksek olan yemlerin mikrobiyal protein sentezleme etkinliğinin yüksek olduğu (Özkan vd., 2020) ifadesine uyumlu olarak sunulan çalışmada TF değeri yüksek olan yemlerin mikrobiyal protein sentezleme etkinliğinin yüksek olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada elde edilen GSKM, GSD, TF, MK ve MPSE değerleri, yem bitki karışımına %4,5 melas, gladiçya

ve keçiboynuzu kırığı ilave edilerek yapılan silajlara ait değerlerden (Gürsoy vd., 2023) ve fiğ yem bitkisine %2 ile %4 oranlarında şeftali posası, kayısı posası ile melas ilave edilerek oluşturulan silajlara ait değerlerden (Gürsoy vd., 2024) düşük bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki farklılıklar yem materyallerinden kaynaklanmış olabilir.

Silaj gruplarına ait ortalama kuru madde sindirimi (KMS), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri (NYD) ile 48 saatlik Daisy sindirim parametrelerine (toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM), NDF sindirimi (NDFS), nispi yem kalitesi (NYK)) ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6. Deneme Gruplarının KMS, KMT ve NYD ile 48 saatlik Daisy Sindirim Parametrelerine Ait Ortalama Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	E0	E1	E2	E3	E4	OSH	P
KMS (%)	58.11^{c}	58.15^{c}	59.19^{b}	60.28^{a}	61.60^{a}	1.42	0.001
KMT (CA %)	2.27^{b}	2.21^{c}	2.30^{b}	2.31^{b}	2.43^{a}	0.02	0.001
NYD	102.27^{c}	99.69^{c}	105.62^{b}	108.03^{b}	115.99^{a}	1.06	0.001
TSBM	60.28^{ab}	58.48^{b}	61.12^{a}	62.43^{a}	62.70^{a}	0.79	0.011
NDFS (%)	39.62^{ab}	32.68^{c}	37.96^{b}	41.15^{a}	39.76^{ab}	0.81	0.001
NYK	122.50^{cd}	113.51^{d}	129.74^{bc}	137.23^{ab}	145.55^{a}	3.87	0.001

E0: elma posası (kontrol), E1: elma posası +%10 buğday samanı, E2: elma posası+%7 buğday samanı+%3 fiğ, E3: elma posası+%4 buğday samanı+%6 fiğ, E4: elma posası+%1 buğday samanı+%9 fiğ, KMS: kuru madde sindirimi, KMT: kuru madde tüketimi, NYD: nispi yem değeri, TSBM: toplam sindirilen besin madde, NDFS: NDF sindirimi, NYK: nispi yem kalitesi, OSH: ortalamanın standart hatası, P: istatistikî önemlilik düzeyi a-d; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Deneme gruplarından elde edilen KMS, KMT, NYD, TSBM, NDFS ve NYK değerlerinin muameleden etkilendiği tespit edilmiştir ($P<0.01$). Yalnızca elma posası (E0) ve elma posası + %10 buğday samanı (E1) ilaveli gruplarda KMS değerleri benzer etki gösterirken, elma posasına buğday samanı yerine artan seviyelerde fiğ tohumu ilavesi ile oluşturulan deneme gruplarında (E2, E3, E4) KMS değerinin seviye ile birlikte arttığı belirlenmiştir (Çizelge 6). KMT değeri en yüksek %2.43 ile E4 muamele grubunda elde edilirken, en düşük %2.21 ile E1 muamele grubunda bulunmuştur ($P<0.01$). Mevcut çalışmada E1 muamele grubundan elde edilen KMT değerleri, havuç posası+buğday samanı ile oluşturulan silaj çalışmasından (Kandemir, 2022) elde edilen değerlerle paralellik göstermiştir. NYD değeri arttıkça silajın kalite seviyesi de artmaktadır. En yüksek NYD değeri 115,99 ile E4 muamele grubunda bulunurken en düşük NYD değeri 99.69 ile E1 muamele grubunda bulunmuştur. NYD hesaplanırken protein içeriği göz önüne alınmaz fakat daha yüksek NYD değerleri genelde daha yüksek protein içeriği ile alakalı olduğu ifade edilmektedir (Stallings, 2006). Mevcut çalışma Stallings (2006)'nın ifadesini doğrular niteliktedir. Mevcut çalışmada E1 muamele grubundaki NYD değeri Kandemir (2022)'in yaptığı havuç posası+buğday samanı ile oluşturulan silaj deneme grubundan elde edilen değer (100.77) ile benzer, diğer muamele gruplarının NYD değerleri ise Havuç Posası+Fiğ+Yulaf Kuru Otu Silaj gruplarından elde edilen değerden (154.15) düşük bulunmuştur. Bu çalışmada Rohweder vd. (1978) tarafından geliştirilen, kalite standartları cetveli kullanılarak NYD bakımından kalite sınıfı değerlendirildiğinde E2, E3, E4 muamele grupları 2. kalite sınıfında yer aldığı E0 ve E1 silaj gruplarının ise 3. kalite sınıfında bulunduğu tespit edilmiştir. NYD hesaplanırken NDF ve ADF analiz değerleri temel alınmakta ve yemlerin NDFS (NDF sindirimi) belirlenmemektedir. Bu sebeplerden dolayı, kaba yemlerin kalitesini belirlenmesinde kullanılan NYD yetersiz kalmaktadır. Bu durumda kaba yem tüketimini tahmin etmek için geliştirilen NYK kaba yemlerin kalitesi hakkında önemli bilgiler vermektedir (Elfaki, 2024). Kaba yemlerin kalitesini test etmek üzere geliştirilen NYK, NYD' ye benzer olarak kabul edilmekte ancak hesaplamada KMS yerine TSBM kullanmakta ve sindirilebilir selülozu içermekte ayrıca hayvan performansını daha fazla temsil ettiği ifade edilmektedir (Elfaki, 2024). NDF sindirilebilirliği, yemdeki enerjinin daha kesin bir tahminini sağlar ve birçok laboratuvar lif sindirimini dikkate almak için *in vitro* NDF sindirilebilirliğini kullanmaktadır (Stallings, 2006). En yüksek NYK değeri E4 (145.55) muamele grubu, en düşük E1 (113.51) muamele grubunda bulunmuştur. Mevcut çalışmadan elde edilen veriler, Marten vd. (1988) ve NRC (2001) tarafından bildirilen eşitlik ve skala kullanarak değerlendirildiğinde E4 muamele grubu çok iyi kalitede E0, E1, E2 ve E3 muamele grupları iyi kalitede olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadaki NYK değerleri hasat sonrası arta kalan domates bitkisine saman, melas, üre+melas, arpa ve mikrobiyal inokülant ilavesi yapılan silaj çalışmasından (Elfaki, 2024) elde edilen değerlerden (165.07) düşük olduğu tespit edilmiştir. Kaba yemlerde NDFS, rasyonun enerji değeri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Nitekim, artan NDF sindirilebilirliklerinin, kaba yemlerin enerji değerini yükselttiği rapor edilmektedir (Elfaki, 2024). Sunulan çalışmada elde edilen değerler bazı araştırmalardan elde edilen değerlerden düşük (Köksal, 2020; Hassan, 2023) veya yüksek (Keklikçi, 2017) bulunmuştur. Kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenerek hazırlanan elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu

(%3, 6 ve 9) ilavesi ile oluşturulan silaj gruplarında gerek TSBM gerekse NYK değerleri silaj materyaline fiğ katılması ile arttığı tespit edilmiştir. Bu artış yem materyalindeki lifli bileşenlerin sindirilebilirlik derecelerinin artması ile ilişkili olabilir.

Deneme gruplarına ait rumen pH'sı, bireysel uçucu yağ asidi (UYA) ile NH3-N değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 7'de sunulmuştur. Silaj gruplarına ait rumen pH, asetik asit, probiyonik asit ve NH3-N ortalama değerleri arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (P<0.01). Asetik asit en yüksek kontrol grubunda (82.00); en düşük E4 (63.00) muamele grubunda gözlenmiştir. Probiyonik asit en yüksek kontrol grubunda (38,00) en düşük E4 muamele grubunda bulunmuştur. Bütirik asit istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05). Rumen pH değeri en yüksek kontrol grubunda (5.18); en düşük E4(4.88) muamele grubunda bulunmuştur. Rumen NH_3-N değerleri incelendiğinde en düşük değer kontrol grubunda (797.00), en yüksek değer ise E4 muamele grubunda (935.66) elde edilmiştir. Artan fiğ oranına bağlı olarak rumen pH'sında azalma ve NH3-N değerlerinde yükselme gözlemlenmiştir. Mevcut çalışmadan farklı olarak yapılan *in vitro* denemede (Kara vd., 2018) TMR'ye %10 ve 20 seviyelerinde elma posası silajı ilavesinin rumen pH değerlerini etkilenmediği ve sunulan çalışmadan daha yüksek değerler (%10: 6.68; %20: 6.77) gösterdiği rapor edilmiştir.

Çizelge 7. Deneme Gruplarına Ait Rumen pH'sı, Bireysel UYA ile NH3-N Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	E0	E1	E2	E3	E4	OSH	P
Rumen pH	5.18[a]	5.11[b]	5.08[b]	5.10[b]	4.88[c]	0.013	0.001
Asetik asit (mmol/lt)	82.00[a]	67.00[b]	65.00[b]	63.00[b]	63.00[b]	1.63	0.001
Probiyonik asit (mmol/lt)	38.00[a]	34.00[a]	26.00[b]	25.00[b]	23.00[b]	1.77	0.001
Bütirik asit (mmol/lt)	22.00	23.33	20.00	19.33	18.67	1.84	0.404
NH_3-N (mg/lt)	797.00[c]	813.33[c]	855.33[b]	872.66[b]	935.66[a]	12.88	0.001

E0: elma posası (kontrol), E1: elma posası +%10buğday samanı, E2: elma posası+%7 buğday samanı+%3 fiğ, E3: elma posası+%4 buğday samanı+%6fiğ, E4: elma posası+%1buğday samanı+%9fiğ, OSH: ortalamanın standart hatası, P: istatistikî önemlilik düzeyi a-d; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir (p<0.05).

4. Sonuç

Kuru madde içeriği buğday samanı ile eşitlenerek hazırlanan elma posası silajlarına, farklı oranlarda fiğ tohumu ilavesinin; silaj kalitesi, yem değeri, *in vitro* sindirilebilirlik, gaz ve metan üretimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, elma posasına fiğ tohumu ilavesinin silaj gruplarında ADF ve NDF içeriklerini azalttığı, HP, NYD ve NYK değerlerini ise iyileştirdiği saptanmıştır. Önemli bir silaj kalite göstergesi olan FP'ye göre değerlendirildiğinde fiğ tohumu ilaveli silaj gruplarının E0 grubuna göre yüksek puan aldığı ve pekiyi kategorisinde yer aldığı yine NYD bakımından kalite sınıfı değerlendirildiğinde E4 muamele grubunun 2. kalite sınıfında olduğu ayrıca en yüksek NYK değeri yine E4 silaj grubunda gözlenmiş ve kalite bakımından çok iyi sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak özellikle meyve sanayi işleme yan ürünü olan elma posasına+%1 buğday samanı+%9 fiğ tohumu ilavesi ile oluşturulan silajların (E4) *in vitro* analizinde ruminantlar için kaliteli kaba yem kaynağı olabileceği ve çevre kirliliğinin önüne geçilebileceği kanaatine varılmıştır.

5. Teşekkür

Bu makale, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

6. Etik Standartlara Uygunluk (Compliance with Ethical Standard)

a) **Yazarların katkıları**

HK: Çalışmayı tasarladı ve verileri yorumladı.

ŞÇ: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi.

HK ve ŞÇ: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi ve makaleyi hazırladı.

b) **Çıkar çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

c) **Hayvanların refahına ilişkin beyan**

Bu çalışma Deney Hayvanları Yerel Etik Kurul Çalışma protokolünü kapsamamaktadır.

d) **İnsan hakları beyanı**

Bu çalışma insan katılımcıları kapsamamaktadır.

e) **Yapay zeka kullanmama beyanı**

Yazarlar, bu makalenin yazımında, görsellerin, grafiklerin, çizelgelerin ya da bunlara karşılık gelen başlıkların oluşturulmasında herhangi bir tür üretken yapay zekâ kullanmadıklarını beyan ederler.

7. Kaynakça

Abdiwali, M. A. & Kılıç, Ü. (2018). Farklı Samanlarda Lignin Peroksidaz Enzimi Kullanımının Yem Değeri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarim ve Doğa Derg 21(3), 374-384, DOI:10.18016/ ksudobil. 346585

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Vol. II, 15th ed. Sec.985.29. The Association: Arlington, VA.

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

Boğa, M., Kurt, O., Ozkan, C. O., Atalay, A. İ., & Kamalak, A. (2020). Evaluation of some commercial dairy rations in terms of chemical composition, methane production, net energy and organic matter digestibility. Progress in nutrition, 22(1), 199-203.

Canbolat, Ö., Kamalak, A., & Kara, H. (2014). Nar posası silajına (Punica granatum L.) katılan ürenin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* gaz üretimi üzerine etkisi. Veterinary Journal of Ankara University/Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 61(3).

Canbolat, Ö. (2022). Effect of Supplementation of Urea on the Nutritive Value and Fermentation Characteristics of Apple Pulp Silages, Journal of Agricultural Sciences (Tarim Bilimleri Dergisi) 2022, 28 (3): 430 – 437

Crampton, E. W., & Maynard, L. A. (1938). The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. the Journal of Nutrition, 15(4), 383-395.

Çiftçi, M., Çerçi, H. İ., Dalkılıç, B., Güler, T., & Ertaş, O. N. (2005). Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16(2), 93-98.

Duncan D. B. (1955). Multiple Range and Multiple F Tests. Biometrics 11: 1-42.

Elfaki, M.A. (2024). Domates hasat artıklarından yapılan silaj ve peletlerin yem değerinin *in vitro* yöntemlerle belirlenmesi. Doktora Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun., Türkiye.

Filya, İ. (2000). Silaj fermantasyonunda katkı maddeleri kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15 (3): 118-125

Gemalmaz E. & Tanay B. (2016). Alternatif Kaba Yem Kaynakları, Derleme/Review Article. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 2016, 56 (2) 63-69

Goel, G., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2008). Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. Journal of applied microbiology, 105(3), 770-777.

Göncü, M., & Kaya, H. (2024). Zeytin yaprağının (Folium olivae) süt sığırı toplam rasyon karışımlarında (TMR) kuru çayır otu yerine ikame edilebilirliğinin *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenmesi. Menba Kastamonu

Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10(1), 106-114.

Gürsoy, E., Kaya, A., Kaya, A., & Ayaşan, T. (2024). The effect of various additives to vetch forage silage on *in vitro* digestibility values and feed quality. South African Journal of Animal Science, 54(2), 236-243.

Gürsoy, E., Sezmiş, G., & Kaya, A. (2022). Farklı Seviyelerde Gübre Uygulamalarının Değişik Dönemlerde Hasat Edilen Yem Bitkileri Karışımının, Yem Değeri, Yem Kalitesi ve *İn Vitro* Fermantasyon Parametreleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 243-257.

Gürsoy, E., Sezmiş, G., & Kaya, A. (2023). Effect of urea and molasses supplementation on *in vitro* digestibility, feed quality of mixed forage silages. Czech Journal of Anımal Scıence, 68 (6), 266-276.

Hassan, M. U. (2023). Effects of different levels of acacia (robinia pseudoacacia) tree leaves and molasses on alfalfa silage quality, *in vitro* rumen fermentatıon, methane production and nutrient digestibility. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.

Işık, Y. & Kaya, A. (2020). Determination of Feed Values of Different Physical Processed Common VetchSeed (Vicia Sativa) by *in vitro* Gas Production Technique. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi, 8(12).

Kandemir, A. F. (2022). Havuç Posası Silajının in-Vitro Gaz Üretim Metodu ile Sindirilebilirliğinin ve Metabolize Edilebilir Enerji Değerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.

Kara, K., Kocaoğlu Güçlü, B., Baytok, E., Aktug, E., Karakas Oguz, F., Kamalak A. & Atalay A. I. (2018). Investigation in terms of digestive values, silages quality and nutrient content of the using pomegranate pomace in the ensiling of apple pomace with high moisture contents, Journal of Applied Animal Research, 46:1, 1233-1241, DOI: 10.1080/09712119.2018.1490300

Kaya A., Kaya A. & Sezmiş, G. (2022). Ruminantlar için alternatif kaba yem kaynakları. İksad Yayınları, Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Sürdürülebilir Tarım, Bölüm 4. Sayfa 79- 109.

Kaya, Ç. (2016). Bazı Meyve ve Sebze Posalarının Besin Madde İçerikleri İle Potansiyel Sindirilebilirliklerinin Gaz Üretim Tekniği İle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Keklikçi, A. (2017). Domates posasının ruminantlar için *in vitro* gerçek sindirilebilirliğinin belirlenmesi (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Keleş, G., 2017. Silaj Katkıları: Review. Turkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics 2017;3(3):171-80.

Kengoo, H., Bishist, R., Devi, S., Gautam, K., L., & Khalandar, S. (2023). Qualitative Analysis of Apple Pomace based Maize Silage for Animal Feeding, Asian Jorunal of Dairly And Food Research, 42:3, 292-297.

Khatooni, M. A., Nobar, R. S. D., & Cheraghi, H. (2014). Evaluating possibility replacement of by-product of apple pomace with barley grain for ruminants by *in vitro* gas production technique. J. animl. Sci Adv, 4(5), 839-844.

Kılıç, A. 1986. Silo yemi öğretim, öğrenim ve uygulama önerileri. Bilgehan Basımevi, İzmir

Kılıç, Ü., &Abdiwali, M.A., (2016). Determination of *in vitro* True Digestibilities and Relative Feed Values of Wine Industry Grape Residues as Alternative Feed Source. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 22 (6): 895-901.

Köksal, Y. (2020). Dut posasının çayır otu ile silolanmasının silaj kalitesine ve sindirilebilirliği üzerine etkilerinin araştırılması Doctoral dissertation, PhD thesis, Ondokuz Mayis University, Health Science Institute, Samsun.

Kutlu, H.R. (2008). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü. Ders notu. Z.M. Adana, 208.

Markham, P. (1942). A steam distilation apparatus suitable for micro-kjeldahl analyses. Journal Biochemistry, 36, 790-797. doi: 10.1042/bj0360790

Marten, G.C., Buxton, D.R., & Barnes, R.F. (1988). Feeding value (forage quality). p. 463-492. In Hanson et al. (eds.) Alfalfa and Alfalfa Improvement. Agronomy Monograph no. 29.

Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant fedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. The Journal of Agricultural Science, 93(1), 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. Devel. Separate Print, 28: 7-55

Mirzaei-Aghsaghali, A., Maheri-Sis, N., Mansouri, H., Razeghi, M. E., Shayegh, J., & Aghajanzadeh-Golshani, A. (2011). Evaluating nutritional value of apple pomace for ruminants using *in vitro* gas production technique. Ann. Biol. Res, 2, 100-106.

NRC (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th edn. NAS-NRC, Washington

Özkan, C.O.; Cengiz, T., Yanik, M., Evlice, S., Selcuk, B., Ceren, B. & Kamalak A. (2020). Determination of *in vitro* gas production, methane production, digestibility and microbial protein production of some forages and concentrates used in ruminant animal. BSJ Agri, 3, 56-60.

Pirmohammadi R, Rouzbehan Y, Rezayazdi K, & Zahedifar M (2006) Chemical composition, digestibility and in situ degrability of dried and ensiled apple pomace and maize silage. Small Ruminant Research 66: 150–155.

Rohweder, D., Barnes, R. F., & Jorgensen, N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. Journal of animal science, 47(3), 747-759.

SPSS. Windows User's Guide. Version 20.0, SPSS Inc., Michigan Ave., Illinois, USA., Chicago

Stallings, C. C. (2006). Relative feed value (RFV) and relative forage quality (RFQ). Virginia Cooperative Extension, 404-124.

Sülük, K., Tosun, İ., & Ekinci, K. (2018). Elma İşleme Atıklarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special Issue): 98-108.

TAGEM, 2022. Yem bitkileri üretimi, mevcut durumu ve iklim değişikliği kapsamında alınacak önlemleri değerlendirme" çalıştayı sonuç raporu. 22-23 MART 2022 / ANKARA.

TUİK, 2024a. Türkiye İstatistik Kurumu. Hayvancılık İstatistikleri, Haziran 2024. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvancilik-Istatistikleri-Haziran-2024-53811 19.10.2024

TUİK, 2024b. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2024. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447 29.12.2024

URL, 2024. Amasya İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, URL: https://www.amasyadsyb.org/sut/yembitki/6 . (29.09.2024)

Ülger, İ., Kaliber, M., Beyzi, S. B., & Konca, Y. (2015). Yaş şeker pancarı posasının bazı meyve posaları ile silolanmasının silaj kalite özellikleri, enerji değerleri ve organik madde sindirilebilirlikleri üzerine etkisi. Alinteri Journal of Agriculture Science, 29(2), 19-25.

Ünal, Y., Sevim, B., Gümüş, E., Sırakaya, S. Ayaşan, T., Cufadar, Y., Olgun, O., & Duru, A.A., (2024). Determination of The Effects of Apple Pomace Addition on Alfalfa Silage Quality, kish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 12(7): 1190-1196, 2024

Van Soest P. J., Robertson, J. B. & Lewis. B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Ward, R., & Ondarza, M. B. (2008). Relative feed value (RFV) vs. relative forage quality (RFQ). Cumberland Valley Analytical Services. Inc., Hagerstown. MD. available on-line at:http://www. foragelab. com/Media/RFV_vs_RFQ-CVAS, 20.

Wiedmeier, R. D., Arambel, M. J., & Walters, J. L. (1987). Effect of yeast culture and Aspergillus oryzae fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. Journal of Dairy Science, 70(10), 2063-2068.

Yalçınkaya, M., Y., Baytok, E., &Yörük, M., A., (2012) Değişik Meyve Posası Silajlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Erciyes Üniv Vet Fak Derg 9(2) 95-106, 2012 Erciyes Üniv Vet Fak Derg 9(2) 95-106, 2012

Yitbarek M.B., &Tamir, B., (2014). Silage additives: Review. Open Journal of Applied Science; 4:258-74

Yörük, M., Aksu, T., & Gül, M. (2014). Farklı Kuru Madde Düzeyi Esasına Göre Hazırlanan Şeker Pancarı Posası Silajlarının, Silaj Kalitelerinin ve Rumen Yıkılabilirliklerinin Tespit Edilmesi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 9(3). https://doi.org/10.17094/avbd.85614.