

# Yonca Silajına Kepek ve Puding İlavesinin Silaj Fermantasyonu, Aerobik Stabilite ve *In Vitro* Sindirilebilirlik Üzerine Etkileri

Gülbahar MALHATUN ÇOTUK, Sibel SOYCAN ÖNENÇ\*

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, 59030, Tekirdağ, Türkiye

\*İletişim (correspondence): e-posta [ssonenc@nku.edu.tr](mailto:ssonenc@nku.edu.tr); Tel: +90 (282) 2502186; Faks: +90 (282) 2509929

Gönderim tarihi (Received): 19 Temmuz 2017; Kabul tarihi (Accepted): 09 Ağustos 2017

## Öz

Bu araştırmanın amacı, kepek alternatifi olarak gıda endüstrisi atığı olan (son kullanım tarihi dolmuş) pudingin yonca silajının fermantasyon kalitesi, aerobik stabilitesi, *in vitro* metabolik enerji içerikleri ve nispi yem değeri (NYD) üzerine etkilerini belirlemektir. Çalışma laboratuvar koşullarında (16±2 °C) gerçekleştirilmiş, silolamanın 60. gününde açılan silajlara fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ayrıca, 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmış, enzimde çözünen organik madde miktarı, metabolik enerji içerikleri ve NYD saptanmıştır. Yoncaya kepek ve puding katılması nötr deterjan lifi (NDF), asit deterjan lifi (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL)'i düşürmüştür (P<0.05). Bu silajların pH ve suda çözülebilir karbonhidrat (SÇK) içerikleri ile NH<sub>3</sub>-N miktarı kontrole göre düşmüş, laktik asit (LA) içeriği ise puding grubunda yüksek (P<0.05) bulunmuştur. Kepek ve puding ilavesiyle laktik asit bakterisi (LAB) sayısı artmış (P<0.05), enterobakter, maya ve küf sayıları ise kontrole göre azalmıştır (P<0.05). Aerobik dönemde özellikle puding ilavesi kuru madde kaybı (KMK), pH, CO<sub>2</sub> çıkışı düşürmüştür ancak maya ve küf gelişimini engelleyememiştir (P<0.05). Yonca silajına kepek ve puding katılması silajların enzimde çözünen organik madde (EÇOM) miktarını, *in vitro* metabolik enerji (ME) içeriğini, sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri (NYD)'ni artmıştır (P<0.05). Yapılan çalışma, özellikle yağışların bol olduğu ve kurutma imkanının olmadığı ilk baharda, gıda endüstrisinin yoğun olduğu bölgelerde, yoncanın 50 g/kg puding ilave edilerek silolanmasının kontrol grubundan daha avantajlı olduğunu, kepek yerine kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

**Anahtar kelimeler:** Yonca silajı, silaj fermantasyonu, kepek, puding, aerobik stabilite

## Effects of Bran and Pudding Addition on Silage Fermentation, Aerobic Stability and *In Vitro* Digestibility in Alfalfa Silage

### Abstract

The aim of this study is to determine the effects of pudding as a food industry waste (with expired shelf life) on the fermentation quality, aerobic stability, *in vitro* metabolic energy contents, and relative feed value (RFV) of alfalfa silages. The study was carried out under laboratory conditions (16±2 °C); physical, chemical and microbiological analysis were conducted on the silages uncovered on the 60<sup>th</sup> day. Furthermore, aerobic stability test was carried out for 7 days, and enzyme-soluble organic matter (ESOM), metabolic energy contents (ME) as well as RFV were determined. The addition of bran and pudding into alfalfa led to a decrease in neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) and acid detergent lignin (ADL) (P<0.05). The pH level, water soluble carbohydrate (WSC) contents, and NH<sub>3</sub>-N amount decreased in comparison to the control group, yet lactic acid (LA) content was found out to be high (P<0.05) in pudding group. The number of lactic acid bacteria (LAB) increased with the addition of bran and pudding (P <0.05); however, the number of enterobacter, yeast and mould decreased when compared to control (P <0.05). Within the aerobic period, the addition of pudding decreased particularly dry matter loss (DML), pH, and the release of CO<sub>2</sub>, but could not prevent the development of yeast or mould (P<0.05). The addition of bran and pudding into alfalfa silage increased the amount of ESOM, *in vitro* metabolic energy (ME) content, digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI), and RFV in silages (P<0.05). The study revealed that in spring when precipitation is abundant and there is no possibility of drying, in the regions where food industry is intensive, it was more advantageous to ensilage alfalfa with an addition of 50 g/kg pudding when compared to the control group, and that it could be replaced with bran.

**Keywords:** Alfalfa silage, silage fermentation, bran, pudding, aerobic stability

### Giriş

Ruminantların beslenmesinde kaba yem temini önemli bir sorundur (Canbolat ve ark., 2013). Özellikle kış aylarında, ruminant hayvanların suca zengin yeşil yem gereksinimini karşılamak amacıyla silaj üretimi yapılmaktadır (Atalay,

2009). Mısır, başta olmak üzere yonca, fiğ, buğday, arpa gibi buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinin tek başlarına ya da karışım halinde silajları yapılmaktadır (Pitt, 1990).

Melas, glukoz ve sukroz gibi şekerler, silaj fermantasyonunu geliştirerek özellikle fermantasyon için

yetersiz düzeyde SÇK içeren ve bu nedenle çok zor silolanan baklagil yem bitkileri ile düşük KM içeriğine sahip buğdaygil yem bitkilerinin silolanmasında kullanılırlar. Arpa, buğday, yulaf, sorgum ve mısır gibi tahıl daneleri de karbonhidrat içeriği yetersiz olan yeşil yemlerin silolanmasında hem fermentasyon etkinliğini hem de silolanan ürünün yem değerini artırmak amacıyla kullanılmaktadırlar (Filya, 2005).

Değirmencilik endüstrisi yan ürünleri uzun yıllardır hayvan beslemede kullanılmaktadır. Buğdaygil veya baklagil danelerinin değirmenlerde işlenerek, un, irmik, kahvaltılık tahıl ve nişasta gibi kısımları alındıktan sonra geriye kalan değirmencilik (öğütme) kalıntıları hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Ergün ve ark., 2002).

Yem kaynaklarının miktar ve kalite olarak yetersizliği aynı zamanda çoğunun pahalı olması, yem üreticilerini ve hayvan beslemecileri yeni, alternatif yem kaynakları arayışına yöneltmiştir (Ergül ve Akkan, 1986). Hayvan beslemede, pek çok endüstri atıklarının alternatif yem kaynağı olarak kullanımı araştırılmıştır. İnsan beslenmesinde kullanılan ve raf ömrü dolan gıdalar, yine bunların üretim süreci sırasında (dökülme, ambalajlardaki hasarlar vb) ortaya çıkan aksaklıklardan dolayı insanların tüketimine sunulamaması, taşınma ve

depolama sırasında ortaya çıkan sorunlar önemli miktarlarda gıda atıklarının oluşumunu sağlar. Bu durum, gıda üretimi yapan firmaların büyük ekonomik kayıplarına neden olmaktadır. Söz konusu gıdalar, hayvancılık işletmelerinde değerlendirildiğinde, hem ekonomik hem de çevreye olan zarar önlenmeye çalışılmaktadır. Makarna, bisküvi, kek, gofret kırıntıları, hazır çorbalar, puding vb. pek çok çiftlikte hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Ancak bunların hayvan beslemede kullanımına yönelik çok fazla araştırma bulunmamaktadır (Korkmaz, 2014).

Bu araştırmanın amacı, değirmencilik yan ürünü kepeğin ve gıda endüstrisi atığı (son kullanım tarihi dolmuş) pudingin yonca silajlarının fermentasyon kalitesi, aerobik stabilitesi ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkilerini belirlemektir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalini, Nisan ayının son haftasında çiçeklenme başlangıcında hasad edilen (1.biçim) yonca (*Medicago sativa* L.), buğday kepeği ve (son kullanım tarihi dolmuş) ambalajlı toz puding oluşturmuştur. Denemede kullanılan yonca, kepek ve pudingin ham besin madde içerikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Silajların fiziksel değerlendirmeleri ve Flieg puanlaması (n=3)

Silajlar	Koku	Strüktür	Renk	Toplam Puan	Kalite Sınıfı	Flieg Puanı	Kalite Sınıfı
Kontrol	Kuvvetli ekşi koku (8)	Değişmemiş (4)	Açık sarı yeşilimsi (1)	13	Memnuniyet verici	61.39±1.25 <sup>b</sup>	İyi
Kepek	Hoş, hafif asidik (12)	Değişmemiş (4)	Yeşil (2)	18	I-Pekiyi	81.70±2.12 <sup>a</sup>	Pekiyi
Puding	Hoş, hafif asidik (12)	Değişmemiş (4)	Kahverengi yeşil (1)	17	I-Pekiyi	82.93±2.19 <sup>a</sup>	Pekiyi

Hasad edilerek 3 saat süreyle soldurulan yonca, silaj makinesiyle yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalandıktan sonra kepek ve puding ilave edilmiştir. Araştırma, katkı maddesi ilave edilmeyen kontrol, 100g/kg düzeyinde kepek ve 50g/kg puding ilave edilerek oluşturulan üç grupta yürütülmüştür. Yaklaşık 2 kg örnek plastik torbalara konulup vakumla içindeki hava alındıktan sonra streç filmle 10-12 kez kaplanmış ve son olarak bir katta bant geçilmiştir. Her grup için 3'er tane olmak üzere toplam 9 paket silaj kapalı bir depoda (18±4 °C) 60 gün fermentasyona bırakılmıştır.

Yemlerin fiziksel değerlendirmeleri üç gözlemcinin verdiği puanların ortalaması alınarak yapılmıştır. Silajların kuru madde ve pH değerleri belirlenerek Flieg puanları aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Kılıç, 1986).

$Flieg\ Puanı = 220 + (2 \times \% \text{ Kuru madde} - 15) - 40 \times pH$   
(Kılıç, 1986)

Örneklere pH değerleri, dijital bir pH metreyle, tampon kapasitesi Playne ve McDonald (1966)'ın bildirilişleri doğrultusunda, laktik asit spektrofotometrik metot (Barker ve Summerson, 1941) ile belirlenmiştir. Silajların NH<sub>3</sub>-N ve SÇK içerikleri Anonim (1986)'da belirtilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Weende analiz yöntemine göre silajların yapısındaki ham besin madde içerikleri (Bulgurlu ve Ergül, 1978) belirlenmiştir. Van Soest ve ark. (1991)'na göre yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, ADF ve ADL içerikleri belirlenmiştir. Hemiselüloz ve selüloz hesap yolu ile bulunmuştur. Selülaz yöntemiyle (Naumann ve Bassler, 1993) örneklerin EÇOM miktarları bulunmuştur. EÇOM, % = KM - HK - G, KM: Örneğin kuru madde içeriği, HK: Örneğin ham kül içeriği, % G: Fırında yakma sonrası kayıp, %

Kimyasal analizler sonunda elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki eşitlikler kullanılarak *in vitro* metabolik enerji (ME) içerikleri hesaplanmıştır (1-Jeroch ve ark., 1999; 2-TSE 1991; 3-ME<sub>NDF</sub>, 5-ME<sub>ADL</sub> Kirchgessner ve ark., 1977; 4-ME<sub>ADF</sub> Kirchgessner ve Kellner, 1981).

$1-ME_{EÇOM}, MJ/kg KM=0.54+0.001987 HP+0.01537 EÇOM+0.000706 HY x HY-0.00001262 EÇOM x HK-0.00003517 EÇOM x HP, (HP, HY, HK, EÇOM \text{ değerleri } g/kg KM \text{ içinde})$

$2-ME_{HBM}, kcal/kg OM= 3260 + (0.455 x HP^* + 3.517 x HY^*) - 4.037 x HS^* *Değerler g/kg OM'dir.$

$3-ME_{NDF}, kcal/kg KM=3381.9-19.98 x NDF^* (Kirchgessner ve ark., 1977)$

$4-ME_{ADF}, MJ/kg KM= 14.70-0.150 x ADF^* (Kirchgessner ve Kellner, 1981)$

$5-ME_{ADL}, kcal/kg KM=2764.4-102.73 x ADL^* (Kirchgessner ve ark., 1977)$

(\* NDF, ADF ve ADL değerleri % olarak alınmıştır)

Silaj örneklerinin mikrobiyolojik (laktik asit bakterisi, maya ve küf) analizleri Seale ve ark. (1990) tarafından geliştirilen yöntemle belirlenmiştir. Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntemle göre silajlara 7 günlük aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Aerobik stabilitenin 3., 5. ve 7. günündeki silaj örneklerinin

pH'ları ölçülmüş ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretimleri saptanmıştır.

Silaj örneklerinin NYD saptanmasında Van Dyke ve Anderson (2000) tarafından bildirilen eşitlikler kullanılmıştır. %SKM = 88.9 – (0.779 x % ADF); %KMT = 120 /%NDF; NYD = %SKM x %KMT x 0.775

Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesi SPSS v.16 istatistik paket programında (SPSS Inc., 2007) ANOVA prosedürüne göre yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklara Duncan testi uygulanmıştır (Soysal, 1998).

## Bulgular

Silajların fiziksel değerlendirmeleri ve Flieg puanlaması Çizelge 1'de, silajların ham besin maddesi ve hücre çeperi içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırmada, yoncaya kepek ve puding katılması, silajların kimyasal bileşimini önemli düzeyde etkilemiş, özellikle hücre çeperi bileşenlerinden NDF, ADF ve ADL'yi düşürmüştür. (P<0.05). Yapılan muamele benzer şekilde KM'yi olumlu yönde etkilemiş, kuru madde kayıplarını düşürmüştür. Silajların pH ve SÇK içerikleri de kontrol grubuna göre muamele gruplarında düşük bulunmuştur. En yüksek LA içeriği puding grubunda (P<0.05), en düşük ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Kepek ve puding NH<sub>3</sub>-N miktarının düşmesini (P<0.05) sağlamıştır.

**Çizelge 2.** Başlangıç materyalleri ve silajların ham besin maddeleri ile hücre çeperi içerikleri, % KM'de

Örnek	OM	HP	HY	HS	NÖM	HK	NDF	ADF	ADL	Hemiselüloz	Selüloz
Yonca	90.29	22.10	3.03	25.36	39.76	9.71	42.56	34.21	8.71	8.35	25.5
Kepek	91.95	15.56	3.67	13.34	59.38	8.05	47.72	13.73	3.90	33.99	9.83
Puding	98.96	3.5	1.64	0.18	93.64	1.04	-	-	-	-	-
Kontrol	89.98±0.001 <sup>c</sup>	18.18±0.10 <sup>c</sup>	3.56±0.06 <sup>b</sup>	23.22±0.08 <sup>b</sup>	45.02±0.11 <sup>a</sup>	10.02±0.08 <sup>a</sup>	41.43±0.12 <sup>a</sup>	27.51±0.10 <sup>b</sup>	8.12±0.10 <sup>a</sup>	13.91±0.11 <sup>a</sup>	19.39±0.12 <sup>b</sup>
Kepek	90.23±0.001 <sup>b</sup>	20.93±0.06 <sup>a</sup>	4.04±0.06 <sup>a</sup>	24.55±0.05 <sup>a</sup>	40.71±0.05 <sup>c</sup>	9.77±0.05 <sup>b</sup>	37.31±0.15 <sup>b</sup>	28.02±0.15 <sup>a</sup>	7.83±0.16 <sup>a</sup>	9.20±0.06 <sup>c</sup>	20.18±0.31 <sup>a</sup>
Puding	91.19±0.06 <sup>a</sup>	20.27±0.12 <sup>b</sup>	3.68±0.05 <sup>b</sup>	23.18±0.11 <sup>b</sup>	44.06±0.09 <sup>b</sup>	8.81±0.06 <sup>c</sup>	35.51±35.51 <sup>c</sup>	25.47±0.13 <sup>c</sup>	6.20±0.11 <sup>b</sup>	10.04±0.11 <sup>b</sup>	19.27±0.12 <sup>b</sup>
P	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.039

OM: Organik madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, NÖM: N-siz öz maddeler, HK: Ham kül, NDF: Nötr deterjan lifi, ADF: Asit deterjan lifi, ADL: Asit deterjan lignin, <sup>abc</sup>: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

Silajların mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Kepek ve puding ilavesiyle LAB'ın önemli düzeyde arttığı (P<0.05), enterobakter, maya ve küf sayılarının ise kontrol grubuna göre azaldığı bulunmuştur (P<0.05). Aerobik stabilite test sonuçları (Çizelge 4) incelendiğinde, özellikle puding ilavesinin KMK, pH, CO<sub>2</sub> çıkışını azalttığı ancak maya ve küf gelişimini

engelleyemediği (P<0.05) görülmüştür. Ayrıca silajların EÇOM ve ME içerikleri Çizelge 5'de verilmiştir. Yonca silajına kepek ve puding katılması silajların enzimde çözünen organik madde miktarını ve *in vitro* ME içeriğini arttırmıştır (P<0.05). Çizelge 6'dan da görüldüğü gibi, yapılan muameleler SKM, KMT ve NYD oranını da arttırmıştır (P<0.05).

**Çizelge 3.** Yonca silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları, log<sub>10</sub> cfu/g

Grup	Lactobacilli	Enterobacter	Maya	Küf
Kontrol	3.45±0.01 <sup>c</sup>	1.67±0.01 <sup>a</sup>	4.85±0.02 <sup>a</sup>	2.45±0.16 <sup>a</sup>
Kepek	4.98±0.17 <sup>b</sup>	1.10±0.07 <sup>b</sup>	3.80±0.12 <sup>c</sup>	1.63±0.14 <sup>b</sup>
Puding	5.61±0.03 <sup>a</sup>	0.93±0.01 <sup>c</sup>	4.19±0.01 <sup>b</sup>	1.70±0.01 <sup>b</sup>
P	0.001	0.001	0.001	0.001

abc: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.** Yonca silajlarının aerobik stabilite test sonuçları

Parametre	KM, %	pH	CO <sub>2</sub> g/kg KM	KMK %	Maya, log <sub>10</sub> cfu/g	Küf, log <sub>10</sub> cfu/g	
3.gün	Kontrol	29.12±0.10 <sup>c</sup>	5.77±0.09 <sup>a</sup>	22.07±0.15 <sup>a</sup>	0.57±0.02 <sup>a</sup>	7.31±0.08 <sup>a</sup>	5.51±0.02 <sup>a</sup>
	Kepek	31.54±0.11 <sup>b</sup>	4.80±0.06 <sup>b</sup>	17.97±0.11 <sup>b</sup>	0.56±0.01 <sup>a</sup>	6.36±0.10 <sup>c</sup>	4.32±0.13 <sup>b</sup>
	Puding	32.60±0.03 <sup>a</sup>	4.83±0.09 <sup>b</sup>	10.04±0.07 <sup>c</sup>	0.46±0.01 <sup>b</sup>	6.67±0.02 <sup>b</sup>	4.34±0.00 <sup>b</sup>
	P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
5.gün	Kontrol	29.11±0.06 <sup>c</sup>	7.0±0.00 <sup>a</sup>	54.10±0.34 <sup>a</sup>	1.01±0.02 <sup>a</sup>	9.22±0.07 <sup>b</sup>	8.68±0.07 <sup>a</sup>
	Kepek	30.94±0.07 <sup>b</sup>	6.40±0.06 <sup>b</sup>	39.93±0.09 <sup>b</sup>	0.67±0.02 <sup>b</sup>	9.28±0.02 <sup>ab</sup>	7.56±0.15 <sup>b</sup>
	Puding	32.59±0.13 <sup>a</sup>	5.30±0.06 <sup>c</sup>	31.43±0.13 <sup>c</sup>	0.63±0.02 <sup>b</sup>	9.36±0.02 <sup>a</sup>	7.53±0.01 <sup>b</sup>
	P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.065	0.001
7.gün	Kontrol	28.79±0.07 <sup>c</sup>	8.20±0.06 <sup>a</sup>	130.26±0.37 <sup>a</sup>	1.85±0.09 <sup>a</sup>	10.72±0.01 <sup>a</sup>	10.18±0.03 <sup>a</sup>
	Kepek	30.51±0.11 <sup>b</sup>	7.60±0.06 <sup>b</sup>	82.04±0.30 <sup>b</sup>	1.38±0.01 <sup>b</sup>	10.15±0.06 <sup>c</sup>	9.58±0.08 <sup>b</sup>
	Puding	32.27±0.14 <sup>a</sup>	5.30±0.06 <sup>c</sup>	44.05±0.04 <sup>c</sup>	1.19±0.03 <sup>b</sup>	10.50±0.00 <sup>b</sup>	9.74±0.01 <sup>b</sup>
	P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

abc: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 5.** Başlangıç materyalleri ve silajların EÇOM (%KM) ve ME (kcal/kg KM) içerikleri

Örnek	EÇOM	ME <sub>EÇOM</sub>	ME <sub>HBM</sub>	ME <sub>NDF</sub>	ME <sub>ADF</sub>	ME <sub>ADL</sub>
Yonca	60.63	1271	2127	2531.6	2287.3	1869.6
Kepek	75.17	1997	2659	2428.5	3021	2363.8
Puding	97.96	3444	3292	-	-	-
Kontrol	59.65±0.11 <sup>c</sup>	1493±5.61 <sup>b</sup>	2204±4.58 <sup>b</sup>	2554±2.60 <sup>c</sup>	2527±3.48 <sup>b</sup>	1930±9.70 <sup>b</sup>
Kepek	63.94±0.14 <sup>b</sup>	1500±12.73 <sup>b</sup>	2187±3.48 <sup>c</sup>	2636±2.73 <sup>b</sup>	2509±5.51 <sup>c</sup>	1960±16.26 <sup>b</sup>
Puding	67.43±0.04 <sup>a</sup>	1565±13.74 <sup>a</sup>	2258±2.91 <sup>a</sup>	2672±3.84 <sup>a</sup>	2600±4.67 <sup>a</sup>	2127±10.84 <sup>a</sup>
P	0.001	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001

EÇOM: Enzimde çözünen organik madde, abc: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05). (ME içerikleri kilokaloriye çevrilmiştir).

**Çizelge 6.** Yonca silajlarının SKM, KMT ve NYD değerleri

Örnek Adı	SKM,%	KMT,%	NYD
Başlangıç materyali	62.25	2.82	136.03
Kontrol	67.47±0.08 <sup>b</sup>	2.89±0.01 <sup>c</sup>	151.47±0.55 <sup>c</sup>
Kepek	67.08±0.12 <sup>c</sup>	3.21±0.01 <sup>b</sup>	167.18±0.92 <sup>b</sup>
Puding	69.06±0.10 <sup>a</sup>	3.38±0.02 <sup>a</sup>	180.88±1.29 <sup>a</sup>
P	0.001	0.001	0.001

a,b,c Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05); SKM: sindirilebilir kuru madde; KMT: kuru madde tüketimi; NYD: nispi yem değeri,

## Tartışma ve Sonuç

Yapılan fiziksel değerlendirmeye göre, puding ilavesi kahverengi-yeşil renkte, hoş ve hafif asidik bir kokuya sahip, sap ve yaprak bütünlüğü bozulmamış silajların oluşumunu sağlamıştır. Çiftçi ve ark. (2005)'nin yoncaya şeker, arpa ve elma ilave ederek yaptıkları silajların toplam puanları ile karşılaştırıldığında, kepek ve puding bulgularının daha yüksek, kontrolün ise benzer olduğu

görülmüştür. Flieg puanları ise Çiftçi ve ark. (2005)'dan düşüktür, ancak aynı kalite sınıfı içerisinde değerlendirilmektedir. Renkte görülen kahverengileşme pudingin kakaolu olmasından kaynaklanmıştır.

Yoncaya, kepek ve puding ilavesi silajların HK içeriğinde düşmeye neden olmuştur. OM'de belirlenen artış ise HK miktarının düşmesinden kaynaklanmıştır. Kepek ve puding ilavesi HP parçalanmasını önlemiş,

özellikle kepek ilave edilen grupta HP miktarı %20.93 olarak bulunmuştur. Kepek grubunda NH<sub>3</sub>-N düzeyinin de en düşük olması bu durumu desteklemektedir. Bu çalışmadaki HP miktarları Çiftçi ve ark. (2005)'nin verileri ile uyumludur.

HY içeriği muamele gruplarında kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmada, en yüksek HY içeriğinin kepek grubunda bulunmuş olması, kepeğin % 3.67 HY içerdiğinden kaynaklanmış olmasıyla açıklanmaktadır. Benzer bulgular yoncaya, elma (Çiftçi ve ark., 2005 ) ve üzüm posası (Canbolat ve ark., 2010) ilavesinde de görülmüştür. Oysa gladiçya meyvesi ilavesi HY içeriğini düşürmüştür (Canbolat ve ark., 2013).

Puding ilavesi HS'yi düşürürken, kepek yükseltmiştir. Bu durum silaja ilave edilen kepeğin HS miktarının yüksek (%13.34), pudingin düşük olmasıyla ilişkilidir. Nitekim, Demirel ve ark. (2010)'ı farklı oranlarda ak üçgül ve arpa karışımlarını siloladıklarında, karışımın arpa içeriğindeki artışa bağlı olarak HS'nin arttığını bildirmişlerdir. Bu araştırma bulgularıyla Demirel ve ark. (2010)'nın bulguları benzerlik göstermektedir.

Kepek ve puding ilavesi NDF, ADF ve ADL içeriklerini düşürmüştür. Silaja ilave edilen karbonhidrat kaynakları ortamdaki LAB faaliyetlerini hızlandırarak hücre

duvarı bileşenlerinin parçalanmasına neden olmuştur. Nitekim, karbonhidrat kaynaklarının silaj ortamında öncelikle LAB olmak üzere, bazı anaerobik bakterilerin çoğalmasını aktive ederek, silajdaki NDF, ADF ve hemiselülozun parçalanmasını artırdığı bildirilmektedir (Bolsen ve ark., 1996). Bu çalışmanın sonuçları, Koç ve ark. (2008) ile Canbolat ve ark. (2010)'nin çalışmalarıyla benzer bulunmuştur.

Yonca silajına kepek ve puding ilavesi ile birlikte KM yükselmiş, silaj pH'sın da düşme eğilimi ortaya çıkmıştır. Silolanan materyalde, kolay fermente olan karbonhidrat içeriği arttıkça iyi bir silaj için gerekli olan ideal asidik ortam oluşmaktadır. Dolayısıyla yonca silajına kepek ve puding ilavesiyle silaj pH 'sının düşmesi beklenen bir durumdur. Ayrıca, asiditenin düşmesi ile SÇK'nın LA'ya dönüşüm etkinliği artar. Nitekim pH 7'de şekerlerin %70'i LA'ya fermente olurken, pH 5'de bu oran % 87'dir (Kılıç, 1986). Çizelge 3'den de görüldüğü gibi gruplarda pH'daki düşmeyle birlikte SÇK'nın LA'ya dönüşümü artmıştır. Ancak puding grubunda LAB, ve LA'nın yüksek olmasına karşın SÇK'nın 80 g/kg KM düzeyinde belirlenmesi, pudingin SÇK içeriğinin çok yüksek olmasından dolayı, ortamdaki SÇK miktarının LAB'ın kullanabileceği düzeyi aşmasıyla açıklanabilir.

**Çizelge 7.** Başlangıç materyalleri ve yonca silajlarının (60. gün) kimyasal analiz sonuçları

Örnek	KM (%)	pH	SÇK (g/kg KM)	Tk (MeqNaOH/ kg KM)		
Yonca	33.49	6.0	78	728		
Kepek	91.05	-	84	-		
Puding	97.15	-	197.5	-		
Grup	LA (g/kg KM)	NH <sub>3</sub> -N (g/kg TN)	KMK (%)			
Kontrol	30.86±0.06 <sup>c</sup>	5.13±0.03 <sup>a</sup>	94.37 ±0.13 <sup>a</sup>	26.35±0.29 <sup>a</sup>	110.94±4.84 <sup>a</sup>	1.90±0.04 <sup>a</sup>
Kepek	32.35±0.10 <sup>b</sup>	4.70±0.06 <sup>b</sup>	56.09±0.04 <sup>c</sup>	102.28±0.62 <sup>b</sup>	34.80±0.12 <sup>b</sup>	1.61±0.01 <sup>b</sup>
Puding	32.97±0.07 <sup>a</sup>	4.70±0.06 <sup>b</sup>	80.05±0.09 <sup>b</sup>	125.21±0.75 <sup>c</sup>	36.31±0.19 <sup>b</sup>	1.52±0.01 <sup>c</sup>
P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, NH<sub>3</sub>-N: Amonyak azotu, KMK: Kuru madde kaybı, a,b,c: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05)

Kepek ve puding ilavesi NH<sub>3</sub>-N değerlerindeki azalma yönüyle birbirine yakın bulunmuştur. Canbolat ve ark. (2013) Gladiçya Meyvesini yonca silajına karbonhidrat kaynağı olarak kattıklarında, NH<sub>3</sub>-N miktarları düzey artışına bağlı olarak düşmüştür. Yapılan çalışma Canbolat ve ark. (2013) ile NH<sub>3</sub>-N'ün azalması yönüyle benzerdir.

*Listeria* ve *Enterobacteria* asitliğe karşı *Clostridia* sporlarından daha hassastır. Bu nedenle silo ortamının hızlı bir şekilde asit ortama dönüşmesi durumunda *Listeria* ve *Enterobacteria* gelişimi fermantasyon başlangıcında daha baskı altına alınabilmektedir (Filya, 2000). Kepek ve puding silaj ortamında pH'yı düşürmüş, buna bağlı olarak da enterobakter ve küf sayıları azalmıştır. Yapılan çalışmada maya sayılarının azalmış

olması Canbolat ve ark. (2013)'den farklı, küf sayıları ise benzer bulunmuştur. Filya ve ark. (2001)'nin bildirdikleri maya ve küf değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Silajların açıldığı gün, puding grubunda 4.70 olan pH, 7 günlük aerobik stabilite sonunda 5.30'a yükselmiştir. Aerobik stabilitenin 7. Gününde, kepek ve puding ilaveli grupların CO<sub>2</sub> üretimleri kontrol silajlarından daha düşük bulunmuştur. Özellikle bu düşme puding grubunda daha da belirgindir. Pudingin SÇK içeriğinin yüksek oluşu LA'yı arttırmış, ortam asidik olunca pH düşmüş ve buna bağlı olarak da CO<sub>2</sub> çıkışı daha az olmuştur. Kuru madde kayıpları, solunum sonucu artan CO<sub>2</sub> üretimi ile doğrudan ilişkilidir (Kurtoğlu, 2011). Aynı grupta KMK'nın düşük olması bu durumu desteklemektedir.

Yoncaya katılan Gladicya Meyvesi, silajların SÇK içeriğini artırarak, NDF ve ADF içeriğini düşürmüş ve buna bağlı olarak da *in vitro* gaz üretimini arttırmıştır (Canbolat ve ark., 2013). Kepek ve puding ilavesi SÇK içeriğini artırmış, NDF ve ADF içeriğini düşürmüştür. EÇOM içeriğindeki artış ise Canbolat ve ark. (2010, 2013)'nın çalışmalarıyla uyumludur.

EÇOM, HP, HY, HK, değerlerinden yararlanılarak hesaplanan ME<sub>EÇOM</sub> içerikleri incelendiğinde, puding ilavesi ME<sub>EÇOM</sub> içeriğini yükseltmiştir. Ham besin maddeleri temeline dayalı olan ME<sub>HBM</sub> ise en yüksek puding grubunda, en düşük ise kepek grubunda ortaya çıkmıştır. Puding grubu ME<sub>HBM</sub> içeriğinin artışında etkili olmuştur.

Hücre çeperi fraksiyonlarından yararlanılarak hesaplanan ME<sub>NDF</sub>, ME<sub>ADF</sub> ve ME<sub>ADL</sub> değerleri incelendiğinde, puding ilave edilen grupta en yüksek enerji içeriği belirlenmiştir. Bu durum NDF, ADF, ADL'nin düşük olmasından kaynaklanmıştır. ME içeriklerinde de artış belirlenmiş olması, kepek ve puding ilavesinin silajın enerji içeriğini de olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Araştırmada, en yüksek SKM tüketimi puding grubunda bulunmuştur. Bunun nedeni, pudingin ADF içeriğinden kaynaklanmaktadır. SKM düzeyleri ADF içeriklerinden yararlanılarak hesaplandığından dolayı ADF'deki düşmeyle ters orantılı olarak artmıştır. ADF'nin sindirim düzeyi çok yavaş olduğundan bu değer düşük olması istenmektedir (Yavuz, 2005). Bunun yanında yonca silajına kepek ilavesiyle SKM tüketiminin kontrol grubuna göre düştüğü görülmüştür. Yonca silajına ilave edilen kepekteki ADF miktarının pudinge göre yüksek oluşu, SKM'yi olumsuz yönde etkilemiştir. Yemlerin yapısında yer alan ve sindirimi yavaşlatan NDF, ADF ve ADL düzeylerinin artması, fiziksel olarak hayvanın tokluk hissetmesine neden olarak, hayvanların yem tüketimini sınırladığı bildirilmektedir (Yavuz, 2005, Canbolat ve Karaman, 2009).

Kepek ve puding ilavesi kontrole göre KMT ve NYD'yi artırmıştır. Bunun nedeni silaja ilave edilen kepek ve pudingin yonca silajlarının NDF içeriğini düşürmesidir. Silajların yapıldığı yoncanın, SKM, KMT, NYD'lerine bakıldığında ise bütün silajların kuru ota göre avantajlı olduğu görülmektedir. Araştırmada saptanan SKM, KMT ve NYD, yonca ile çalışan Canbolat ve ark. (2010)'nın bulgularından yüksek, yoncayla çalışan Yavuz (2005)'ün değerlerinden çok daha yüksektir.

## Sonuç

Araştırmada, zor silolan bitkilerden olan yoncaya, alternatif karbonhidrat kaynağı olarak gıda endüstrisi atığı olan puding ilave edilmesi, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir.

Özellikle, suda çözülebilir karbonhidrat miktarının artması, laktik asit bakterilerinin gelişimi için kaynak oluşturmuştur. Buna paralel olarak LAB sayıları ve etkinliği de artmıştır. Dolayısıyla, şekerlerin laktik aside dönüşümü artmış, ortamda yüksek oranda bulunan laktik asit pH'yı düşürerek proteinleri parçalayan enzimleri inhibe etmiş ve proteinlerin amonyağa parçalanması da düşmüştür. Ayrıca, enzimde çözünen organik madde miktarını ve *in vitro* ME içeriğinin de artmasını sağlamıştır. Benzer şekilde, sindirilebilir kuru madde miktarı, nispi yem değeri ve kuru madde tüketim oranı da artmıştır. Açıldıktan sonra ise yedinci güne kadar pH'nın oransal olarak düşük olmasına karşın, maya ve küf sayılarının üçüncü günden sonra hızlı artışı, pudingli silajda bulunan suda çözülebilir karbohidratların, bu mikroorganizmaların gelişimine kaynak oluşturmasından dolayı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, silajlar aerobik dönemde stabil kalamamıştır.

Yapılan çalışma, özellikle yağışların bol olduğu ve kurutma imkanının olmadığı ilk baharda, gıda endüstrisinin yoğun olduğu bölgelerde, yoncanın 50 g/kg puding ilave edilerek silolanmasının kontrol grubundan daha avantajlı olduğunu ortaya koymuştur. Yürütülen araştırma, konuyla ilgili yapılan ilk çalışmalar arasında yer almasından dolayı, bundan sonra yapılacak çalışmalara da ışık tutacaktır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, 50 g/kg puding düzeyinin üst sınır kabul edilerek, kullanım düzeylerinin *in vitro* ve *in vivo* sindirim denemeleriyle desteklenerek araştırılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Mikrobiyolojik analizlerin gerçekleşmesini sağlayan Firdevs KORKMAZ'a sonsuz teşekkürler. Bu araştırma Gülbahar Malhatun Çotuk'un yüksek lisans tezinden alınmıştır.

## Kaynaklar

- Anonim 1986. The analysis of agricultural material. Reference book:427- 428. London.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y, Horev B. 1991. A Simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agricultural Engineering 33:391-393.
- Atalay Aİ. 2009. Melas ve defne yaprağı karışımının yonca silajı yapımında kullanımı ve silaj kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Barker SB, Summerson WH. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. Journal of Biological Chemistry 138:535-554.
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG. 1996. Silage fermentation and silage additives. Asian-Australasian Journal of Animal Science 9 (5): 483-493.

- Bulgurlu Ş, Ergül M. 1978. Yemlerin fiziksel kimyasal ve biyolojik analiz metotları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Baskı Yayın No: 127, İzmir.
- Canbolat Ö, Karaman Ş. 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 15(2): 188-195.
- Canbolat Ö, Kalkan H, Karaman Ş, Filya İ. 2010. Üzüm posasının yonca silajlarında karbonhidrat kaynağı olarak kullanılma olanakları. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 16 (2): 269-276.
- Canbolat Ö, Kalkan H, Filya İ. 2013. Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (Gleditsia triacanthos) kullanılma olanakları. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 19 (2): 291-297.
- Çiftçi M, Çerçi İH, Dalkılıç B, Güler T, Ertaş ON. 2005. Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 16 (2): 93-98.
- Demirel R, Saruhan V, Baran MS, Andiç N, Şentürk-Demirel D. 2010. Farklı oranlarda ak üçgül (Trifolium repens ) ve arpa (Hordeum vulgare L.) karışımlarının silolanma özelliklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 20(1): 26-31.
- Ergül M, Akkan S. 1986. Narenciye posasından yem olarak yararlanma olanakları. Hasad Dergisi, Aralık:23-25.
- Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, Küçükersan S, Tuncer ŞD, Yalçın S, Küçükersan MK, Şehu A. 2002. Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi. Ankara.
- Filya İ. 2000. Silaj kalitesinin artırılmasında yeni gelişmeler. Internationall Animal Nutrition Congress 2000. S243-250.
- Filya İ, Ashbell G, Weinberg ZG, Hen Y. 2001. Hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin yonca silajlarının fermantasyon özellikleri, hücre duvarı kapsamı ve aerobik stabilite üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 7 (3): 81-87.
- Filya İ. 2005. Silaj yapımı teknolojisi ve kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Hayvancılık Serisi: 2. Yetiştirici El Kitabı, 65, Bursa.
- Jeroch H, Drochner W, Simon O. 1999. Nutrition on farm livestock. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 525 p.
- Kılıç A. 1986. Silo yemi. 68-72. Bilgehan Basımevi. Bornova, İzmir.
- Kirchgeßner M, Kellner RJ, Roth FX, Ranfft K. 1977. Zur schätzung des futterwertes mittels rohfaser und der zellwandfraktionen der detergentien-analyse. Landwirtschaft Forschung. 30:245-250.
- Kirchgeßner M, Kellner RJ. 1981. Schätzung des energiegehaltes futterwerttest von grün-und rauhfutter durch die cellulase methode. Landwirtschaft Forschung 34 (4):276-281.
- Koç F, Coşkuntuna L, Ozduven ML. 2008. The effect of bacteria + enzyme mixture silage inoculant on the fermentation characteristic, cell wall contents and aerobic stabilities of maize silage. Pakistan Journal of Nutrition 7 (2): 222-226.
- Korkmaz F. 2014. Raf ömrü dolan bazı gıdaların ruminant beslemede alternatif yem kaynağı olarak kullanım olanaklarının araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kurtoğlu V. 2011. Silaj ve silaj katkıları. Aybil Yayınevi, Konya.
- Naumann C, Bassler R. 1993. Methoden Buch, B. III. Die chemische untersuchung von futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Pitt RE. 1990. The probability of inoculant effectiveness in alfalfa silages. American Society of Agricultural Engineering 33: 1771-1778.
- Playne MJ, McDonald P. 1966. The buffering constituent of herbage and silage. Journal of Science Food Agriculture 17: 264-268.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF. 1990. Methods for the microbiological analysis of silage. Proceeding of the Eurobac Conference. 147. Uppsala.
- Soysal Mİ. 1998. Biyometrinin prensipleri (istatistik I ve II ders notları). Yayın no:95. Ders kitabı no:64. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
- SPSS Inc., 2007. SPSS for windows, version 16.0. Chicago, SPSS Inc.
- TSE, 1991. Hayvan yemleri- metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal metod). TS 9610, Aralık 1991, Ankara.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.
- Van Dyke NJ, Anderson PM. 2000. Interpreting a forage analysis. Alabama Cooperative Extension. Circular ANR-890.
- Yavuz M. 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve in vitro sindirim değerlerinin belirlenmesi. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi 22 (1): 97-101. Tokat.