



The Effects of Waste Jam Mixture on Silage Fermentation, and *in Vitro* Digestibility of Alfalfa Silages

Damla Yayla^{1,a}, Sibel Soycan Önenç^{1,b,*}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tekirdağ Namık Kemal University, 59030 Tekirdağ, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 08/09/2020 Accepted : 01/02/2021</p> <p>Keywords: Alfalfa Jam Alternative Silage Additives Silage Recycling</p>	<p>This research was planned to determine the effects of the addition of waste jam mixture on the fermentation and <i>in vitro</i> digestibility of alfalfa silage. Alfalfa was harvested at the beginning of flowering in October and withered. The waste jam mixture is first divided into two parts as solid and liquid by means of a filter. To the control group was added 20 ml / kg alfalfa pure water. Liquid part; Jam-I silage (RI), 50 mg liquid jam + 20 ml pure water / kg alfalfa; Jam-II silage (RII) was added as 100 mg liquid jam + 20 ml pure water / kg alfalfa. The solid part is; Jam Particle-I silage (RPI), 30 mg jam particles + 30 ml pure water / kg alfalfa; Jam Particle-II silage (RPII) was prepared so that 60 mg jam particles +60 ml pure water / kg alfalfa. The silages were allowed to fermented in a closed storage for 60 days. The addition of jam and jam particles reduced the pH and neutral detergent fiber contents of alfalfa silage. In the study, the highest lactic acid content was found to be 100.28 g/kg dry matter (DM) in the RII group and the lowest was 23.07 g/kg DM in the control group. The addition of jam and jam particles to the alfalfa resulted in a significant increase in the enzymatic solubility of organic matter compared to the control group. The study showed that high quality alfalfa silages can be prepared by adding the liquid part of the jam at the level of 100 mg/kg, especially in the spring or autumn where the rainfall is abundant and there is no possibility of drying.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(2): 301-307, 2021

Yonca Silajlarında Atık Reçel Karışımı İlavesinin Silaj Fermantasyonu ve *In Vitro* Sindirilebilirlik Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 08/09/2020 Kabul : 01/02/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yonca Reçel Alternatif Silaj Katkıları Silaj Geri dönüşüm</p>	<p>Bu araştırma, atık reçel karışımı ilavesinin yonca silajlarının fermantasyonu ve <i>in vitro</i> sindirilebilirlik üzerine etkilerini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Yonca, ekim ayında çiçeklenme başlangıcında hasat edilerek soldurulmuştur. Atık reçel karışımı önce bir süzgeç yardımıyla katı ve sıvı olarak iki kısma ayrılmıştır. Kontrol grubuna, 20 ml saf su ilavesi yapılmıştır. Sıvı kısım; Reçel-I silajı (RI), 50 mg sıvı reçel+20 ml saf su /kg yonca; Reçel-II silajı (RII), 100 mg sıvı reçel+20 ml saf su /kg yonca olacak şekilde ilave edilmiştir. Katı kısım ise; Reçel Parçacık-I silajı (RPI), 30 mg reçel parçacıkları +30 ml saf su /kg yonca; Reçel Parçacık-II silajı (RPII), 60 mg reçel parçacıkları +60 ml saf su /kg yonca olacak şekilde hazırlanmıştır. Silajlar, kapalı bir depoda 60 gün süresince fermantasyona bırakılmıştır. Reçel ve reçel parçacıkları ilave edilmesi yonca silajının pH ve nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) içeriklerini düşürmüştür. Araştırmada, en yüksek laktik asit (LA) içeriği RII grubunda kuru madde (KM) de 100,28 g/kg olarak belirlenirken en düşük ise kontrol grubunda 23.07 g/kg KM olarak belirlenmiştir. Yoncaya reçel ve reçel parçacıkları ilavesi, kontrol grubuna göre enzimde çözünen organik madde (EÇOM) içeriğini önemli düzeyde arttırmıştır (P<0.01). Yapılan çalışma, özellikle yağışların bol olduğu ve kurutma imkanının olmadığı ilk baharda ya da son baharda, gıda endüstrisinin yoğun olduğu bölgelerde, 100 mg/kg düzeyinde reçelin sıvı kısmının ilave edilmesiyle kaliteli yonca silajlarının yapılabileceğini ortaya koymuştur.</p>

^a yayla.d@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0003-1513-7256>

^b sonenc@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-9452-4435>



Giriş

Yonca, protein içeriğinin yüksek suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriğinin düşük olmasından dolayı zor silolanabilen yem bitkilerindedir. Bu nedenle, diğer baklagil yem bitkilerinde olduğu gibi yonca silajı yapımında da katkı maddesi kullanımı zorunluluğu vardır. Bu amaçla, farklı katkı maddelerinden yararlanılmakla birlikte, daha çok ortamda yetersiz düzeyde bulunan karbonhidrat açığını kapatmaya yönelik katkı maddeleri kullanılmaktadır. Protein bakımından zengin, karbonhidrat bakımından fakir olan silajlık yem bitkilerinin silolanması sırasında fermantasyonun güvence altına alınabilmesi için karbonhidrat kaynağı olarak en fazla tahıl daneleri, melas vb. kullanılmaktadır. Melas, glukoz ve sukroz gibi şekerler silaj fermantasyonunu geliştirerek özellikle fermantasyon için yetersiz düzeyde SÇK içeren ve bu nedenle zor silolan baklagil yem bitkileri ile düşük KM içeriğine sahip buğdaygil yem bitkilerinin silolanmasında kullanılırlar (Filya, 2005).

Canbolat ve ark. (2013), tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yoncaya 20, 40, 60, 80 ve 100 g/kg KM düzeyinde kurutulmuş gladiçya meyvesi ilave etmişlerdir. Araştırmacılar, yoncaya ilave edilen gladiçya meyve oranının artışına paralel olarak silajların NDF ve ADF içeriklerinin düştüğünü, sindirilebilir organik madde miktarının ise tersine yükseldiğini, ilave edilecek en uygun gladiçya meyvesi miktarının 80 ile 100 g/kg KM arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, silolanması güç olan yoncadan kaliteli silaj elde edebilmek için ortamdaki kolay çözünebilir karbonhidrat düzeyinin yükseltilmesi amacıyla, gladiçya meyvesinin alternatif bir karbonhidrat kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Artık ya da atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde değerlendirilerek doğaya yeniden kazandırılması, bir taraftan kıt kaynakların optimum değerlendirilmesi, diğer taraftan da çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından kaçınılmaz bir zorunluluk halini almıştır (Baysal ve Yalçınkılıç 2002). Meyve, sebze ve diğer bitkisel ürünlerin tüketim amaçlı olarak ev, lokanta ya da sanayi mutfağında kullanım öncesi atılan kabukları, çiçekleri, yaprakları, çekirdekleri, sap ve kökleri evsel bitkisel atıklar grubunda değerlendirilmektedir (TUİK, 2014). Toplam atıkların içinde bitkisel kökenli atıkların miktarı 2008 yılı verilerine göre 297.004 tondur. Bu durumda bitkisel atıklar toplam atıklar içinde %1.21'lik orana sahiptir. Bu atığın tamamen doğru alanlarda değerlendirilmesi durumunda sağlanacak katma değer çok yüksek olacaktır (Anonim, 2008).

Tüketici tercihleri sürekli değişmektedir. Van'da uzun yıllardır süregelen dışarıda kahvaltı etme alışkanlığı, son yıllarda İzmir ve İstanbul gibi büyük şehirler başta olmak üzere tüm Türkiye'de yaygınlaşmıştır. Dolayısıyla pek çok restoran mönülerinde kahvaltıya yer vermeye başlarken, sadece kahvaltı hizmeti sunan kahvaltı salonları da açılmaktadır. Kahvaltı salonlarında insanlara peynir, zeytin, salam, bal-tereyağı, reçel vb. ürünler sunulmaktadır. Bu ürünler kahvaltı salonlarının sunumuna göre değişmektedir (serpme veya açık büfe). Genellikle sunulan kahvaltı çeşitlerinin pek çoğu göze hitap etmektedir. Oysa bunların pek çoğu tüketim fazlası olarak çöpe atılmaktadır. Kahvaltı salonlarında atılan ürünlerin başında reçel karışımları, et ürünleri ve peynir çeşitleri gelmektedir. Tekirdağ'da bir kahvaltı salonunda, SÇK

içeriği yüksek olan reçel karışımlarının atılan miktarı, yoğun olmayan hafta içi günlerde en az 2 kg olurken yoğun olan hafta sonları ise 5 kg'a ulaşmaktadır. Geri dönüşümün ön planda olduğu günümüzde, ilk ve son biçim yoncalara reçel karışımlarının alternatif şeker kaynağı olarak kullanılabileceği düşünülmüştür.

Meyve ve sebzeler, dayanıklı duruma getirilmek üzere farklı yöntemlerle işlenir. Bu yöntemlerden biri de meyve ve sebzelerin şeker ilavesiyle dayanıklı hale getirilmesi, başka bir ifadeyle reçel ve benzeri ürünlere işlenmesidir. Reçele işlemenin temeli, meyve-sebzenin içindeki su miktarını mikroorganizmaların faaliyet gösteremeyeceği düzeye indirmektir. Reçel, meyve ve sebzelerin şekerle dayanıklı hale getirilmesiyle elde edilmiş bir üründür. Yapısında yaklaşık %70 şeker içeren bir ürünün bozulması oldukça zordur (Tosun, 1991).

Reçel, en az %60-65 çözünür katı madde içermesi ve bunun çoğunun seker olması nedeniyle önemli bir kalori kaynağıdır. Ortalama %70,1 seker içeren 100 g reçel 368 Kcal içermektedir. Bu nedenle enerji ihtiyacı yüksek olan ağır işte çalışanlar ve çocuklar için ideal bir gıda maddesidir. Reçel, özellikle kış aylarında kahvaltı sofralarında mutlaka bulunur. Yapıldığı meyveye göre farklı miktar ve çeşitte mineral madde içermeleri, reçelin besleyici değerini daha da arttırmaktadır (Üstün ve Tosun, 1998).

Bu bilgilerin ışığında planlanan araştırmanın amacı, atık reçel karışımı ilavesinin yonca silajının fermantasyonu ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalini, ekim ayının son haftasında çiçeklenme başlangıcında hasat edilen (5. biçim) yonca ve atık reçel oluşturmuştur. Atık reçeli, bir kahvaltı salonunda eylül ayı içerisinde servis edilen ve tüketilmeden çöpe atılmak üzere ayrılan reçellerin karışımı oluşturmuştur. Araştırma planlanmadan yaklaşık 6 ay önce kahvaltı salonunda, hafta içi ve hafta sonu (her ayın farklı günlerinde) atılan reçellerin miktarı ile içerikleri belirlenmiştir. Kahvaltı salonunda aylara göre verilen reçeller ve atıkların içerikleri değişiklik göstermektedir. Denemenin yapıldığı dönemde (ekim) kahvaltı salonunda vişne, çilek, gül, kayısı, patlıcan ve portakal reçeli müşterilerin tüketimine sunulmuştur. Ancak hepsi tüketilmediğinden (genellikle vişne, çilek, kayısı) hafta içi yaklaşık 2 kg, hafta sonları ise 5 kg civarında reçel atık olarak ayrılmıştır.

Çiçeklenme başlangıcında hasat edilerek 48 saat süreyle laboratuvar koşullarında soldurulan yonca, silaj makinesinde yaklaşık 1,5-2,0 cm boyutlarında parçalanmış, sonrasında ise reçel ilave edilmiştir. Öncelikle atık reçel karışımı, bir süzgeç yardımıyla sıvı ve katı olarak iki kısma ayrılmıştır. Sıvı ve katı olarak ayrılan reçellere saf su ilave edilmiş, sıvı kısım karıştırıcıyla, katı kısım ise bir parçalayıcıyla homojen duruma getirilmiştir. Araştırma; kontrol, reçelin sıvı ve katı kısımlarının iki farklı düzeyini içeren toplam 5 grupta yürütülmüştür. Kontrol grubuna, 20 ml saf su ilavesi yapılmıştır. Sıvı kısım; Reçel-I silajı (RI), 50 mg sıvı reçel+20 ml saf su /kg yonca; Reçel-II silajı (RII), 100 mg sıvı reçel+20 ml saf

su/kg yonca olacak şekilde ilave edilmiştir. Katı kısım ise; Reçel Parçacık-I silajı (RPI), 30 mg reçel parçacıkları +30 ml saf su /kg yonca; Reçel Parçacık-II silajı (RPII), 60 mg reçel parçacıkları +60 ml saf su /kg yonca olacak şekilde hazırlanmıştır.

Yaklaşık 2 kg yoncaya, katkıları ilave edilerek karıştırılmış ve ardından plastik torbalara konularak vakumla içindeki hava alınmıştır. Torbalar streç filmle 10-12 kez kaplanmış ve son olarak bir kat bant sarılmıştır. Her grup için 4 tekrerrör olmak üzere toplam 20 paket silaj, kapalı bir depoda (16±2°C) 60 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır.

Silolama dönemi (60. gün) sonunda düz bir zemin üzerine yayılarak açılan silajların, üç değişik gözlemci tarafından renk, koku ve strüktür bakımından puanlaması yapılmıştır (Kılıç, 1986). Yemlerin fiziksel değerlendirmeleri üç gözlemcinin verdiği puanların ortalaması alınarak yapılmıştır. Silajların kuru madde ve pH değerlerinden yararlanılarak, aşağıda verilen eşitliğe göre Flieg puanı hesaplanmıştır (Kılıç 1986).

$$\text{Flieg puanı} = 220 + (2 \times \% \text{KM} - 15) - 40 \times \text{pH}.$$

Örneklerin pH değerleri, dijital bir pH metreyle, tampon kapasitesi Playne ve McDonald (1966)'a göre, LA spektrofotometrik metot (Barker and Summerson 1941) ile belirlenmiştir. Silajların amonyak azotu (NH₃-N) ve SÇK içerikleri Anonim (1986)'ya göre gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterisi (LAB), maya ve küf analizleri Seale ve ark. (1990) tarafından geliştirilen yöntemle saptanmıştır. Örneklerin ham besin madde içeriklerinden ham kül (HK) ham protein (HP) ve ham yağ (HY) Weende analiz yöntemiyle (Bulgurlu ve Ergül 1978) belirlenmiştir. Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Hemiselüloz ve selüloz hesap yolu ile bulunmuştur (Close ve Menke 1986).

Selülaz yöntemiyle (Naumann ve Bassler, 1993) silajların EÇOM miktarları bulunmuştur.

$$\text{EÇOM, \%} = \text{KM} - \text{HK} - \text{G}$$

KM: Örneğin kuru madde içeriği,

HK: Örneğin ham kül içeriği,

%G: Fırında yakma sonrası kayıp.

Metabolik enerji (ME) içeriklerinin belirlenmesinde Jeroch ve ark. (1999)'nın bildirdiği aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$\text{ME MJ/kg KM} = 0,54 + 0,001987 \text{ HP} + 0,01537 \text{ EÇOM} + 0,000706 \text{ HY} \times \text{HY} - 0,00001262 \text{ EÇOM} \times \text{HK} - 0,00003517 \text{ EÇOM} \times \text{HP}$$

(HP, HY, HK, EÇOM değerleri g/kg KM içinde)

Araştırma sonunda elde edilen veriler SPSS v18 (SPSS, 2009) paket programında varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Soysal, 1998).

Bulgular ve Tartışma

Yapılan fiziksel değerlendirme sonuçlarına göre, reçel ilavesi yeşil renkte, hoş ve hafif asidik bir kokuya sahip, sap ve yaprak bütünlüğü bozulmamış silajların oluşumunu sağlamıştır (Çizelge 1). Silajların kalite sınıfları incelendiğinde, kontrol grubunun memnuniyet verici, muamele gruplarının ise pekiyi olduğu bulunmuştur.

Flieg puanları ise kontrol, RI, RII, RPI ve RPII gruplarında sırasıyla 36,03, 94,46, 100,13, 77,24 ve 84,64 olarak bulunmuştur (P<0,01). Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç (2017)'in yoncaya, kepek ve puding ilave ederek yaptıkları silajların DLG puanları ile karşılaştırıldığında, reçel ve reçel parçacıklı grupların daha yüksek puan aldıkları, kontrol grubunun ise düşük olduğu görülmüştür. Flieg puanlarının ise kontrol hariç Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç (2017)'den yüksek bulunmasına karşın aynı kalite sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir. RII grubunda görülen kahverengileşmenin nedeni soldurmadan ya da ilave edilen reçelin renginden kaynaklanmış olabilir. Nitekim soldurulan silajlarda renkte kahverengileşme ortaya çıkabilmektedir (Kılıç, 1986).

Yonca silajlarının ham besin maddeleri ve hücre çeperi içerikleri incelendiğinde (Çizelge 2), organik madde (OM) miktarının muamele gruplarında kontrole göre artış gösterdiği, HK içeriklerinin ise düştüğü görülmektedir. Ancak bu düşme reçelin sıvı kısmının ilave edildiği RI ve RII gruplarında daha da belirgindir, parçacık kısmının ilave edildiği RPI ve RPII gruplarında daha az belirgindir. Sıvı ve reçel parçacık ilaveli silajların HK içeriklerindeki fark, reçelin parçacık kısmının HK içeriğinin (RP, HK: %9.19) yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Şakalar ve Kamalak (2016), yoncaya artan oranda melaslanmış kuru pancar posası ilavesinin silajların HK içeriğini, artış oranıyla ters orantılı olarak düşürdüğünü bildirmiştir. Araştırmacılar, HK içeriğindeki düşüşü, melaslanmış kuru pancar posasının HK içeriğinin düşüklüğü ile açıklamışlardır.

Çizelge 1. Silajların fiziksel değerlendirmeleri ve Flieg puanlaması (n=4)

Table 1. Physical evaluation of silages and Flieg's score (n=4)

G	Renk	Koku	Striktür	DP	KS	Flieg puanı	KS
K	Açık sarı yeşilimsi (1)	Kuvvetli ekşi koku (8)	Değişmemiş (4)	13	MV	36,03±2,24 ^d	Orta
R _I	Yeşil (2)	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	20	I - Pekiyi	94,46±0,90 ^{ab}	Pekiyi
R _{II}	Kahverengi yeşil (1)	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	19	I - Pekiyi	100,13±0,20 ^a	Pekiyi
RP _I	Açık sarı yeşilimsi (1)	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	19	I - Pekiyi	77,24±4,66 ^c	Pekiyi
RP _{II}	Açık sarı yeşilimsi (1)	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	19	I - Pekiyi	84,64±2,45 ^{bc}	Pekiyi
P						<0,001	

G: Grup, K: Kontrol, DP: DLG puanı, KS: Kalite Sınıfı, MV: Memnuniyet verici, ^{abcd}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

Çizelge 2. Başlangıç materyalleri ve silajların kimyasal bileşimi, % KM’de
Table 2. Chemical composition of beginning materials and silages, in DM %

G	OM	HP	HY	HK	NDF	ADF	ADL	HS	S
Y	88,57	21,06	3,33	11,43	41,92	27,34	10,41	14,58	16,93
RP	90,81	-	-	9,19	-	-	-	-	-
K	87,42±0,03 ^c	20,13±0,10 ^b	3,59±0,27 ^b	12,58±0,26 ^a	39,64±0,58 ^a	27,27±0,46 ^a	7,36±0,12 ^b	12,37±0,10 ^{ab}	19,92±0,16 ^a
R _I	89,05±0,08 ^a	20,35±0,87 ^b	3,90±0,57 ^a	10,95±0,76 ^c	36,12±0,12 ^d	24,29±0,17 ^d	9,02±0,09 ^a	11,83±0,28 ^b	15,27±0,25 ^d
R _{II}	89,22±0,03 ^a	21,16±0,67 ^a	3,33±0,80 ^c	10,78±0,30 ^c	35,11±0,15 ^e	25,88±0,06 ^b	8,98±0,15 ^a	9,23±0,20 ^c	16,91±0,21 ^c
RPI	88,32±0,04 ^b	20,97±0,12 ^a	3,86±0,18 ^{ab}	11,68±0,41 ^b	38,35±0,15 ^b	25,61±0,19 ^b	6,77±0,07 ^c	12,75±0,82 ^a	18,84±0,24 ^b
RPII	88,35±0,11 ^b	20,53±0,69 ^b	3,78±0,32 ^a	11,65±0,11 ^b	36,84±0,07 ^c	24,86±0,28 ^c	7,56±0,16 ^b	11,98±0,09 ^{ab}	17,30±0,15 ^c
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

G: Grup, Y: Yonca, K: Kontrol, RP: Reçel parçacıkları, OM: Organik madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HK: Ham kül, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, HS: Hemiselüloz, S: Selüloz, TN: Toplam nitrojen. ^{abcd}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

Çizelge 3. Başlangıç materyalleri ve silajların fermantasyon kalite bileşenleri
Table 3. Fermentation quality components of beginning materials and silages

Grup	KM (%)	pH	SÇK (g kg/ KM)	Tk (MeqNaOH kg/KM)	LA(g/kgKM)	NH ₃ -N(g/kgTN)	KMK(%)
Yonca	28,49	6,0	78	720			
RP	75,34	-	189	-			
Reçel	73,68	3,5	273	-			
Kontrol	27,01±0,04 ^c	5,20±0,06 ^a	37,42±0,12 ^e	23,07±0,11 ^e	100,28±0,55 ^a	2,21±0,24 ^a	0,91±0,03 ^a
R _I	27,76±0,19 ^b	3,78±0,01 ^{cd}	101,52±0,06 ^c	60,69±0,08 ^c	1,10±0,08 ^c	1,48±0,12 ^b	0,51±0,06 ^b
R _{II}	28,60±0,25 ^a	3,68±0,01 ^d	165±0,07 ^a	100,28±0,55 ^a	1,10±0,08 ^c	1,73±0,05 ^{ab}	0,51±0,05 ^b
RPI	27,62±0,03 ^{bc}	4,20±0,12 ^b	82,05±0,05 ^d	42,55±0,17 ^d	1,97±0,66 ^{ab}	1,73±0,05 ^{ab}	0,71±0,06 ^a
RPII	27,32±0,07 ^{bc}	4,0±0,06 ^{bc}	149,04±0,07 ^b	72,44±0,26 ^b	1,97±0,66 ^{ab}	1,97±0,66 ^{ab}	0,84±0,01 ^a
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, NH₃-N: Amonyak azotu, KMK: Kuru madde kaybı, ^{abcd}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

Kurtoğlu (1998) ise silajlarda HK düzeylerindeki farklılıkların nedenini, silajlık materyallerin inorganik madde (toprak vb.) içeriklerindeki farklılıktan kaynaklandığını bildirmiştir. Araştırmada, kontrol grubunun en son hazırlanmış olması az miktarda, taş ve toprak içerme olasılığını düşündürmektedir.

En yüksek HP içeriği (Çizelge 2) RII’de %21,16, en düşük ise kontrol grubunda %20,13 olarak belirlenmiştir (P<0,01). Yapılan muamele HP parçalanmasını önlemiş, özellikle RII ve RPI’de HP miktarı yüksek bulunmuştur (P<0,01). Reçel ve reçel parçacık ilavesi LAB sayısının hızla artışı sağlayarak pH değerini düşürmüştü, bu durumda protelozisi engellemiştir. Araştırmada, NH₃-N düzeylerinin de düşük bulunmuş olması bu bulguyu desteklemektedir. Bu çalışmadaki HP miktarlarındaki artış, Çiftçi ve ark. (2005) ile Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç (2017)’nin verileriyle uyum içerisindedir.

NDF içerikleri en yüksek kontrol (%39,64) grubunda en düşük ise RII grubunda (%35,11) bulunmuştur (P<0,01). Yonca silajlarının NDF içeriklerindeki azalma en fazla reçelin sıvı kısmının ilave edildiği RI ve RII gruplarında ortaya çıkmıştır. ADF içerikleri kontrol, RI, RII, RPI ve RPII gruplarında sırasıyla %27,27, %24,29, %25,88, %25,61 ve %24,86 olarak belirlenirken (P<0,01), ADL miktarlarının ise gruplarda sırasıyla %7,36, %9,02, %8,98, %6,77 ve %7,56 olduğu belirlenmiştir (P<0,01). Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç (2017)’in çalışmasında, yoncaya kepek ve puding ilavesi NDF, ADF ve ADL içeriklerini bu çalışmayla benzer şekilde düşürdüğü bildirilmiştir. Silaja ilave edilen karbonhidrat kaynakları, ortamdaki LAB gelişimini hızlandırarak hücre duvarı

bileşenlerinin parçalanmasına neden olmuştur. Nitekim, silaj yapımı sırasında karbonhidrat kaynaklarının ilave edilmesi öncelikle LAB ve bazı anaerobik bakterilerin silajlarda çoğalmasını teşvik etmektedir. Böylece hücre duvarı bileşenleri olan NDF, ADF ve hemiselülözün parçalanmasının artırıldığı bildirilmektedir (Bolsen ve ark. 1996). Elde edilen bulgular yonca silajlarına farklı karbonhidrat kaynakları ilave edilerek yapılan çalışmalarla uyumludur (Canbolat ve ark., 2010; Canbolat ve ark., 2013).

Çizelge 3’den de görüldüğü gibi, yoncaya reçel ve reçel parçacık ilavesinin silajın pH değerini düşürmesi beklenen bir durumdur. Çünkü, kolay fermente olan karbonhidrat içeriği arttıkça iyi bir silaj için gerekli olan ideal asidik ortam oluşmaktadır. Bu çalışmada, kontrol grubunun pH’sı 5,20 bulunurken katkılı gruplarda pH sırasıyla RI 3,78, RII 3,68, RPI 4,2 ve RPII 4,0 olarak bulunmuştur. Özasan (2016), yoncaya ilave edilen mısır şurubunun kullanılan düzeyine bağlı olarak silaj pH’sının düştüğünü bildirmiştir. Başka bir çalışmada Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç (2017), yonca silajına kepek ve puding ilavesinin de pH’yı, bu çalışmayla benzer şekilde düşürdüğünü bildirmiştir. Ayrıca, KM artışı ile pH arasında ters bir ilişki bulunmaktadır (Kurtoğlu 2011). Silaj KM içeriği de düşük pH’lı gruplarda (RI ve RII) artış göstermiştir. Kuru madde kayıpları da RI, RII ve RPI gruplarında önemli düzeyde düşmüştür (P<0,01). Yonca silajına reçel ve reçel parçacık ilavesi KMK’yı, Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç (2017)’in çalışmasıyla benzer şekilde önlemede etkili olmuştur.

SÇK içerikleri kontrol, RI, RII, RPI ve RPII gruplarında sırasıyla 37,42, 101,52, 165,00, 82,05 ve 149,04 g/kg KM olarak bulunmuştur. Araştırmada, en yüksek LA içeriği RII grubunda 100,28 g/kg KM olarak belirlenirken en düşük ise kontrol grubunda 23,07 g/kg KM olarak belirlenmiştir. Özasan (2016) yoncaya ilave edilen mısır şurubu düzeyindeki artmaya paralel, silajların LA miktarında da artma olduğunu bildirmiştir. Silajların asiditesinin düşmesi, SÇK'nın LA'ya dönüşüm etkinliğini artırır. Örneğin, 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, katkılı gruplarda pH'daki düşmeyle birlikte SÇK'dan LA'ya dönüşüm artmıştır. Ancak RII grubunda LAB ve LA'nın yüksek olmasına karşın SÇK'nın 165,00 g/kg KM düzeyinde belirlenmesi, reçelin sıvı kısmının SÇK içeriğinin çok yüksek olmasından dolayı, ortamdaki SÇK miktarının LAB'ın kullanabileceği düzeyi aşmasıyla açıklanabilir. Nitekim, Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç (2017)'de çalışmasında benzer sonuçları bildirmişlerdir.

Silajın NH₃-N miktarı fermantasyon kalite kriterleri arasında yer almaktadır. Toplam azot içinde %10'un altındaki NH₃-N düzeylerini içeren silajların, fermantasyon kalitesinin yüksek olduğu kabul edilmektedir (Kaiser ve Piltz, 2003). Yonca silajlarının NH₃-N miktarlarının en düşük RI ve RII grubunda olduğu görülmektedir (P<0,01). Yonca silajına reçel ve reçel parçacık ilavesi proteolizisi önlemeye etkili olmuş, böylece NH₃-N miktarları düşmüştür. Ayrıca, HP içeriğinin en yüksek RII grubunda (%21,16) belirlenmiş olması, bu bulguyu desteklemektedir. Silaj KM içeriğinin yüksek olması proteolizisi düşürmektedir. Bununla birlikte, silajın pH'sındaki düşme LA üretimiyle yakından ilişkili olup, LA üretim hızının artması proteolizis aktivitesini azaltmaktadır (Uçar ve Garipoğlu, 2015).

Yapılan çalışmada KM, pH, SÇK, LA ve NH₃-N verileri incelendiğinde; reçel ve reçel parçacık ilave edilerek hazırlanan yonca silajlarında, özellikle RII düzeyi fermantasyon kalitesini iyileştirmiştir.

Çizelge 4. Yonca silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları, log10 cfu/g
Table 4. Microbiological analysis results of alfalfa silages, log10 cfu/g

Grup	LAB	Enterobacter	Maya	Küf
Kontrol	4,16±0,03 ^c	B	2,81±0,04 ^b	B
R _I	6,73±0,01 ^b	B	2,08±0,06 ^c	B
R _{II}	7,22±0,08 ^a	B	1,93±0,03 ^c	B
RP _I	6,61±0,06 ^b	B	2,98±0,11 ^{ab}	B
RP _{II}	6,99±0,06 ^a	B	3,18±0,33 ^a	B
P	0,001	-	0,001	-

B: Belirlenemedi, ^{abc}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

Çizelge 5. Silajların EÇOM ve ME içerikleri
Table 5. ESOM and ME contents of silages

Grup	EÇOM, %	ME kcal kg/ KM
Kontrol	57,79±0,14 ^d	1368,13±8,32 ^c
R _I	61,95±0,12 ^b	1493,36±10,68 ^a
R _{II}	63,32±0,13 ^a	1410,93±10,11 ^b
RP _I	59,39±0,11 ^c	1390,32±6,64 ^{bc}
RP _{II}	61,43±0,15 ^b	1458,39±5,60 ^a
P	<0,001	<0,001

EÇOM: Enzimde çözünen organik madde, ESOM: enzimatic solubility of organic matter, ^{abcd}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

Yonca silajlarının açım gününde LAB sayıları kontrol, RI, RII, RPI ve RPII gruplarında sırasıyla 4,16, 6,73, 7,22, 6,61 ve 6,99 log10 cfu/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan da önemlidir (P<0,01). LAB silaj fermantasyonunda en önemli mikroorganizmalardır. Silaj, LAB'ın ürettiği LA tarafından korunmaktadır (McDonald ve ark., 1991). LAB sayılarındaki artma, silaj kalitesini iyileştirmenin temel noktasını oluşturmaktadır. Bu nedenle, LAB sayısı ile silaj kalitesi arasında pozitif bir ilişki söz konusudur (Kurtoğlu, 2011). Yürütülen araştırmada, reçel karışımı ilave edilen 4 muamele grubunda LAB sayılarındaki artışı, silaj kalitesindeki iyileşmenin göstergesi kabul edilebilir.

Muamele gruplarında enterobacter ve küf belirlenemezken, özellikle RPI ve RPII ilaveli silajlarda en yüksek maya sayılarının belirlenmiş olması dikkat çekicidir (Çizelge 4). *Listeria* ve *Enterobacteria* silajlardaki asitliğe karşı *Clostridia* sporlarından daha

hassastır. Silaj yapımı sırasında, ortamın hızlı bir şekilde asitleşmesi *Listeria* ve *Enterobacteria* gelişimini fermantasyonun başlangıç aşamasında baskı altına alınabilmesini sağlar (Filya, 2000). Reçel ve reçel parçacık ilavesi silajın pH'sını düşürmüş, buna bağlı olarak da enterobacter ve küf gelişimi engellenmiştir.

Silajlarda maya sayılarının, 5 log cfu/g (doğal halde) düzeyini aşması silajın bozulmuş olduğunun göstergesi kabul edilmektedir (Wilkinson ve Davies, 2013). Maya sayılarının muamele gruplarında anaerobik dönemde, yüksek belirlenmesine karşın kritik değerin altında olması bütün gruplardaki silajların bozulmadığını gösterir. Ancak silajlara fermantasyon sırasında herhangi bir şekilde hava girişinin mümkün olmamasından dolayı, maya popülasyonunun başlangıç materyalindeki mayalar olabileceği, ancak pH'nın 4'ün altında olmasının (RI ve RII) maya gelişimini baskıladığını göstergesidir. Ayrıca, soldurmanın da maya gelişimini uyardığı, silajdaki

mayaların anaerobik ortamda da gelişebildiği ve SÇK'yı besin kaynağı olarak kullandığı bildirilmektedir (Kurtoğlu, 2011). Yapılan çalışmada, soldurma uygulanmış olması başlangıç materyalinde maya gelişimini uyarılmış, reçel ve reçel parçacık ilavesiyle ise ortamda SÇK'nın artışı sağlanmış, SÇK'yı besin kaynağı olarak kullanan mayaların sayıları da bunlara paralel olarak silajlarda artmıştır.

En yüksek EÇOM RII (Çizelge 5) grubunda %63,32 belirlenirken en düşük kontrol grubunda %57,79 belirlenmiştir ($P<0,01$). Enzimde çözünen organik madde miktarlarından yararlanılarak hesaplanan ME değerleri ise kontrol grubuna göre RI, RII ve RPII gruplarında önemli düzeyde artmıştır ($P<0,01$). Ruminant rasyonlarında özellikle de protein içeriğinin yüksek olmasından dolayı, yonca önemli bir kaba yem kaynağıdır. Yoncaya kepek ve puding ilave edilen bir çalışmada, EÇOM ve ME içeriklerinin bu araştırma sonuçlarıyla benzer şekilde artış gösterdiği bildirilmiştir (Malhatun-Çotuk ve Soyca-Önenç, 2017). Muamele gruplarında EÇOM içeriğinin yüksek bulunması, yonca silajlarının metabolik enerji değerlerinde de artışa neden olmuş, reçel ve reçel parçacık ilavesinin yonca silajlarının yem değerini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Yoncada, soldurma ve silolama sırasında ortaya çıkan proteolizis özellikle azotun değerini düşürür. Bu durum, ruminantlar tarafından silaj kullanımını etkilemektedir (Tremblay ve ark., 2001). Bu çalışmada, reçel ve parçacık ilavesi silajların yem değerini arttırmıştır. Bu durum ruminantlar tarafından silaj kullanımını olumlu yönde etkileyecektir.

Sonuç

Bu çalışmada, zor silolanan bitkilerden olan yoncaya, alternatif karbonhidrat kaynağı olarak gıda endüstrisi atığı olan reçel ilave edilmesi, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle, SÇK miktarının artışı LAB'ın gelişimi için kaynak oluşturmuştur. Buna paralel olarak LAB sayıları ve etkinliği de artırmıştır. Dolayısıyla, şekerlerin LA'ya dönüşümü artmış ve ortamda yüksek oranda bulunan LA, pH'yı düşürerek proteinleri parçalayan enzimleri inhibe etmiş ve proteinlerin amonyağa parçalanması da azalmıştır. Enzimde çözünen organik madde miktarları ve ME içerikleri de artmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler, özellikle yağışların bol olduğu ve kurutma imkanının olmadığı ilkbaharda ya da sonbaharda, gıda endüstrisinin yoğun olduğu bölgelerde, yoncaya reçelin sıvı kısmının 100 ml/kg düzeyinde ilave edilerek silolanmasının, silajların fermantasyon kalitesini ve yem değerini iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Yürütülen araştırma, konuyla ilgili yapılan ilk çalışmalar arasında yer almasından dolayı, bundan sonra yapılacak çalışmalara da ışık tutacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma yüksek lisans tezinden alınmıştır. Analizlerin yapımında yardımlarından dolayı Ziraat Yüksek Mühendisi Merve İrez Şerbetçi'ye teşekkürler.

Kaynaklar

- Anonim, 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427- 428 p, London.
- Anonim. 2008. Atık yönetimi eylem planı (2008-2012), T.C.Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (Eski Adıyla). S 287, Ankara.
- Barker SB, Summerson WH. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. J. Biol. Chem. 138:535-554.
- Baysal E, Yalınkılıç MK. 2002. Lignoselülüzik atık materyal üzerinde pleurotusfloridajacq. ex fr. kumm. kültürü. Ekoloji.11(45);6-8.<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/448717>.
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG. 1996. Silage fermentation and silage additives. AJAS, 9 (5): 483-493.<https://www.ajas.info/upload/pdf/9-69.pdf>.
- Bulgurlu Ş, Ergül M. 1978. Yemlerin fiziksel kimyasal ve biyolojik analiz metotları. E.Ü. basımevi, Yayın No. 127, İzmir.
- Canbolat Ö, Kalkan H, Karaman Ş, Filya İ. 2010. Üzüm posasının yonca silajlarında karbonhidrat kaynağı olarak kullanılması. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg, 16(2): 269-276.http://vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf_KVFD_642.pdf.
- Canbolat Ö, Kalkan H, Filya İ. 2013. Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (gleditsia triacanthos) kullanılması. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg, 19(2): 291-297.http://vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf_KVFD_1319.pdf.
- Close W, Menke KH. 1986. Selected topics in animal nutrition. Deutsche stiftung für internationale entwicklung, Dok 1350 C/a, Germany, p. 170.
- 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.[http://vfdergi.yyu.edu.tr/archive/2005/16_2/2005_16_\(2\)_93-98.pdf](http://vfdergi.yyu.edu.tr/archive/2005/16_2/2005_16_(2)_93-98.pdf).
- Filya İ. 2000. Silaj kalitesinin artırılmasında yeni gelişmeler. International Animal Nutrition Congress 2000. S243-250.
- 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.
- Kaiser AG, Piltz JW. 2003. Feed testing: assessing silage quality. Successful silage. Kaiser AG, Piltz JW, Burns HM, Griffiths NW (eds.) Dairy Research and Development Corporation and NSW Agriculture, 24, Australia.
- Kılıç A. 1986. Silo yemi. Bilgehan Basımevi Bornova, İzmir. 68-72.
- Kurtoğlu V. 1998. Mikrobiyel inokulant ile hazırlanan yonca silajının süt ineklerinde süt verimi ve bileşimi ile inokulasyonun silaj kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi. S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kurtoğlu V. 2011. Silaj ve silaj katkıları, Aybil Yayınevi, Konya.
- Malhatun-Çotuk G, Soyca-Önenç S. 2017. Yonca silajına kepek ve puding ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkileri. Hayvansal Üretim, 58(1):13-19.<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/376588>
- McDonald P, Henderson N, Heron S. 1991. The biochemistry of silage. 2nd ed. Chalcombe publications, Marlow, Bucks, UK. 340 pp.
- Naumann C, Bassler R. 1993. Method book. B III. The chemical analysis of feeds. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Özaslan, A. 2016. Mısır şurubunun yonca silajı yapımında kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı, 29, Kahramanmaraş. file:///C:/Users/Acer/Downloads/426770%20(1).pdf.

- Playne MJ, McDonald P. 1966. The buffering constituent of herbage and silage, *J. Sci. Food. Agric.*, 17: 264-268. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2740170609>.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF. 1990. Methods Forthe Microbiological Analysis of Silage. *Proceeding of the Eurobac Conference*, 147, Uppsala.
- Soysal Mİ.1998. Biyometrinin prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No:95, Ders Kitabı No:64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, s.331, Tekirdağ.
- SPSS. 2009. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago, SPSS Inc.
- Şakalar B, Kamalak A. 2016. Melaslı kuru şeker pancarı posasının yonca bitkisinin silolanmasında kullanılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31: 157-164. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/187931>.
- Tosun İ. 1991. Standartı olan bazı reçel çeşitlerinin bileşimi üzerine araştırmalar. O.M.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 75s.
- Tremblay GF, Bélanger G, McRae KB, Michaud R. 2001. Proteolysis in alfalfa silages made from different cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 81(4): 685-692. <https://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/P00-153>.
- TÜİK. 2014. Türkiye istatistik kurumu meyve ürünleri, içecek ve baharat bitkileri 2014 Yılı üretim miktarları alt guruplarına göre ilk üçte yer alan ürünler sıralaması. Http://Www.Tuik.Gov.Tr/ Pretablo.Do?Alt_Id=100.
- Uçar C, Garipoğlu AV. 2015. Kaba yem kaynağı olarak silajın önemi ve bazı buğdaygil ile baklagil yem bitkilerinin silolanabilirlik özellikleri. 11. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi, 29-30 Nisan, Bildiri Özetleri Kitabı, 12, Diyarbakır, Türkiye. <http://zoofed.cu.edu.tr/tr/belgeler/2015-Dicle%20%C3%9Cniversitesi.pdf>.
- Wilkinson JM, Davies DR. 2013. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*.68:1-19.<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x>.
- Üstün NŞ, Tosun, İ. 1998. Çeşitli reçellerin bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda* 23 (2): 125-131.<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/78112>.
- 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. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030291785512>.