



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**YONCA SİLAJLARINA KESTANE DİKENLİ YEŞİL KABUĞU
İLAVESİNİN SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FEYZA HEPKARŞI

Tez Danışmanı

Doç. Dr. HANDE IŞIL AKBAĞ

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**YONCA SİLAJLARINA KESTANE DİKENLİ YEŞİL KABUĞU İLAVESİNİN
SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Feyza HEPKARŞI

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Hande Işıl AKBAĞ

ÇANAKKALE – 2023



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Feyza HEPKARŞI tarafından Doç. Dr. Hande Işıl AKBAĞ yönetiminde hazırlanan ve 25/08/2023 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Yonca Silajlarına Kestane Dikenli Yeşil Kabuğu İlavesinin Silaj Kalitesi Üzerine Etkileri**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Zootekni Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Doç. Dr. Hande Işıl AKBAĞ
(Danışman)

Prof. Dr. Fisun KOÇ

Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

.....

.....

.....

Tez No :10571809

Tez Savunma Tarihi : 25/08/2023

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL
Enstitü Müdürü

../../2023

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Feyza HEPKARŞI

25/08/2023

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmamın yürütülmesinde sabırla destekleyen danışman hocam Doç. Dr. Hande Işıl AKBAĞ'a ve aileme minnettarım.

Feyza HEPKARŞI
Çanakkale, Ağustos 2023



ÖZET

YONCA SİLAJLARINA KESTANE DİKENLİ YEŞİL KABUĞU İLAVESİNİN SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Feyza HEPKARŞI

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Zootehni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Hande Işıl AKBAĞ

25 /08/2023, 29

Bu çalışma, yoncaya silolama sırasında farklı oranlarda kestane dikenli yeşil kabuğu (KDK) ilavesinin silaj kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla 3. biçim döneminde hasat edilen yonca yeşil otu ortalama 3 cm boyutunda doğranarak 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grubu Kontrol, ikinci grubu yaş ağırlık bazında %2 düzeyinde kestane dikenli yeşil kabuğu ilave edilen (%2 KDK) ve üçüncü grubu ise yine yaş ağırlık bazında %4 oranında kestane dikenli yeşil kabuğu ilave edilen (%4KDK) grup oluşturmuştur. Doğranan yonca yeşil otu 3 L hacimli cam kavanozlara 5 tekerrürlü olacak şekilde 60 gün süre ile anaerobik fermentasyona tabi tutulmuştur. Silolama dönemi sonunda açılan silajlar üzerinde kimyasal analizler, mikrobiyolojik analizler ve açım sonrası silo içi sıcaklık değerleri ölçülerek aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Yoncaya silolama sırasında KDK ilavesi ile silajların kuru madde (KM), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL), laktik asit (LA) ve toplam fenolik bileşen (TFB) düzeylerinin arttığı ($P \leq 0.05$), buna karşın ham kül (HK), pH, amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) ve kuru madde kaybı (KMK) düzeylerinin azaldığı belirlenmiştir ($P > 0.05$). Uygulanan aerobik stabilite testi sürecinde gruplarda ölçülen pH değerleri, ölçülen silo içi sıcaklık değerleri ile dış ortam sıcaklık değerleri arasında önemli bir fark meydana gelmemiş, maya ve küf değerleri aerobik bozulmayı destekleyecek kadar artmamıştır. Sonuç olarak yonca silajına kestane dikenli yeşil kabuğu ilavesi pH'yı, $\text{NH}_3\text{-N}$ oluşumunu, KMK düşürerek, LA ve LAB düzeyini arttırarak silaj kalitesini iyileştirmiştir. Yoncaya KDK ilavesi aerobik stabiliteyi değiştirmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yonca silajı, Kestane Dikenli Yeşil Kabuğu, Aerobik Stabilite, Fenolik bileşen



ABSTRACT

EFFECTS OF CHESTNUT BURR ON QUALITY OF ALFALFA SILAGE

Feyza HEPKARŞI

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hande Işıl AKBAĞ

08/25/2023, 29

This study was carried out to investigate the effects of the addition of Chestnut Burr (CB) at different rates on silage quality of alfalfa silage. The alfalfa forage harvested in the 3rd cutting period was chopped in an average of 3 cm and allocated into three groups. The first group consisted of Control, the second group consisted of 2% of chestnut Chestnut Burr (CB) on a wet weight basis (2% CB), and the third group was added 4% of Chestnut Burr (CB) on a wet weight basis (4%CB). The chopped alfalfa plant was subjected to anaerobic fermentation for 60 days in 3 L glass jars with 5 replications. Chemical analyses on silages were performed at the opening. In addition, microbiological analyses (yeast, mold, Lactic Acid Bacteria (LAB)) were determined, and an aerobic stability test was applied by measuring the temperature values in the silo for 7 days after opening. It was determined that the dry matter (DM), acid detergent fiber(ADF), acid detergent lignin (ADL), lactic acid (LA), and total phenolic component (TFB) levels of the silages were increased ($P \leq 0.05$), while the crude ash (CA), pH, ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), and dry matter loss (DML) levels of the silages were decreased ($P > 0.05$) with the addition of CB to the alfalfa plant during ensiling. During the applied aerobic stability test, there was no significant difference between the pH values measured in the groups, the measured in-silo temperature values, and ambient temperature values, and the yeast and mold values did not increase enough to support aerobic deterioration. As a result, the addition of Chestnut Burr (CB) to alfalfa silage improved silage quality by decreasing pH, $\text{NH}_3\text{-N}$ formation, and CMC, and increasing LA and LAB levels. The addition of CB to alfalfa did not change aerobic stability.

Keywords: Alfalfa Silage, Chestnut Burr, Aerobic Stability, Phenolic Compound



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
TABLOLAR DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
 BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	1
 İKİNCİ BÖLÜM	
KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
 ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM	6
 3.1. Yem Materyali.....	6
3.2. Yöntem.....	6
3.2.1 Silaj Materyalinin Hazırlanması.....	6
3.2.2 Kimyasal Analizler.....	7
3.2.3 Aerobik stabilite.....	10
3.2.4 Mikrobiyolojik Analizler.....	11
3.2.5 İstatistiksel Analizler.....	12
 DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI	13
 4.1. Tartışma.....	19

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ ve ÖNERİLER

23

KAYNAKÇA	24
ÖZGEÇMİŞ	I



SİMGELER VE KISALTMALAR

HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
KDK	Kestane Dikenli Yeşil Kabuğu
KM	Kuru Madde
KT	Kondanse Tanen
LA	Laktik Asit
LAB	Laktik Asit Bakterileri
N	Azot
Na	Sodyum
NaOH	Sodyum Hidroksit
NH ₃ -N	Amonyak Azotu
NPN	Protein Tahribatında Olmayan Nitrojenli Bileşikler
SÇK	Suda Çözünebilir Karbonhidrat
TFB	Toplam Fenolik Bileşen
ME	Metabolize Olabilir Enerji
CO ₂	Karbondioksit
EKKO	En Küçük Kareler Ortalaması
SH	Standart Hata
P	İstatistik Önem Seviyeleri

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Yonca yeşil otu başlangıç örneği ve kestane dikenli yeşil kabuğunun kimyasal bileşimi (% KM)	7
Tablo 2	Yonca silajlarının değerlendirilmesinde kullanılan parametreler üzerine dikkate alınan etki kaynaklarının istatistik önem seviyeleri, P	13
Tablo 3	Uygulama gruplarında kimyasal bileşime ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO), standart hataları (SH) ve istatistik önem seviyeleri (P)	14
Tablo 4	Uygulama gruplarında mikrobiyal bileşime ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO), standart hataları (SH) ve istatistik önem seviyeleri (P)	16

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Silajda kullanılan yonca bitkisi (A), Silajda kullanılan kestane dikenli yeşil kabuğu (B)	6
Şekil 2	Örneklerde pH ölçümü	8
Şekil 3	Kül analizinin yapılışı	8
Şekil 4	Aerobik stabilite sürecinde silo içi sıcaklık ve dış sıcaklıkların datalogger aracılığı ile kayıt edilmesi	11
Şekil 5	Besi ortamında laktik asit bakterilerinin üremesinin görünümü	12
Şekil 6	Maya ve küf kolonilerinin görünümü	12
Şekil 7	Açımada ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen SÇK değerleri	15
Şekil 8	Yedi günlük aerobik stabilite sürecinde gruplarda belirlenen pH değişimi	16
Şekil 9	Açımada ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen maya değerleri	17
Şekil 10	Açımada ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen küf değerleri	18
Şekil 11	Açımada ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen LAB değerleri	18
Şekil 12	Aerobik stabilitede güven aralığının gösterilmesi	19

BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ

Ruminantların beslenmesinde kaba yemler hem besin madde ihtiyaçlarının karşılanması hem de fizyolojik gereksinimlerin giderilmesi noktasında önem taşımaktadır. Ülkemizde artan nüfus, kuraklık, tarım arazilerinin tahribatı ve mera alanlarının yoğun otlatılması gibi nedenlerle kaba yem üretiminde yetersizlik ve kalite sorunları halihazırda devam etmektedir. Kaba yem sorununun çözümünde alternatif yem kaynaklarına olan ilgi artsa da farklı kaba yemlerin (yulaf, yonca, sudan otu gibi), zirai ve/veya gıda sanayi atıklarının silolanarak saklanması güncelliğini korumaktadır. Yonca, dünyada ve ülkemizde kaba yem kaynağı olarak en fazla kullanılan baklagil yem bitkisidir (Budağ, 2009). Hayvan beslemede yonca, otlatılarak, kuru ot olarak ve silolanarak kullanılabilir. Yonca bitkisinin protein içeriği oldukça yüksektir buna karşın suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK) içeriğinin düşük olması silolanmasını zorlaştırmaktadır (McAllister vd., 1998). Suda çözünabilir karbonhidrat içeriği düşük olan yem kaynaklarının silolanması sırasında laktik asit bakterilerinin (LAB) kullanabileceği besin kaynağı sınırlandığından yeterince LAB gelişimi sağlanamamakta ve silo içi pH'nın hızlı düşüşü de engellenmektedir. Laktik asit bakterilerinin hızlı artışı silo içerisinde aerobik bakterilerin gelişimini engelleyerek yem kaynağının aerobik stabilitesini geliştirmektedir. Yonca gibi protein içeriği yüksek yem bitkileri silolanmaları sırasında aşırı proteolizise uğramakta ve proteinlerin bitki proteazları ve mikrobiyal proteazların aktiviteleri nedeniyle bütirik asit ve amonyak oluşumu söz konusu olmaktadır (Winters vd., 2000). Yüksek düzeyde proteolizise uğramış silajların protein kalitesi düşmekte, idrar ve dışkıyla kayıplar artarak çevreye zarar vermektedir (Tamminga, 1992). Yonca gibi zor silolan bitkilerin silolanmaları sırasında farklı karbonhidrat kaynaklarının kullanımı (Canbolat vd., 2013; Çiftçi vd., 2015; Çotuk ve Önenç, 2016; Çarpıcı vd., 2017), biyolojik katkı maddelerinin kullanımı (Koç vd., 2020; Günaydın vd., 2023) ve kimyasal katkı maddelerinin kullanımını konu alan çalışmalara rastlamak mümkündür (Thonney vd., 1980; Liu vd., 2016). Farklı katkı maddeleri kullanımının silaj kalitesi üzerine olan etkilerini konu alan çalışmalar incelendiğinde silaj kalitesi veya aerobik stabilitesi açısından elde edilen sonuçların değişkenlik gösterdiği görülmektedir (Muck, 2004; Koç vd., 2010). Buna ilaveten silaj katkı maddesi olarak kullanılan formaldehit ve formik asit gibi kimyasal katkı maddelerinin toksik etki yapma potansiyeline sahip olmaları nedeniyle kullanımlarından kaçınılmaktadır (Golden, 2011). Birçok bitkinin doğal olarak

içerdiği tanenin proteinleri mikrobiyal parçalanmadan koruduğu belirtilmektedir (Mueller-Harvey, 2006). Ayrıca yonca silajlarına katkı maddesi olarak saf tanen ve tanen içeren bitkilerin kullanımının etkilerini irdeleyen çalışmalarda silaj kalitesinin iyileştiği bildirilmektedir (Kamalak vd., 2012; Şengül ve Aydın, 2019; Erdoğan, 2020).

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) tatlı kestane veya Avrupa kestanesi adıyla bilinmektedir. Kestane çeşitli yerel yemekler ve tatlıların yapımında kullanılan besin değeri yüksek bir gıda kaynağıdır. Kestane doğrudan tüketilebildiği gibi gıda endüstrisinde un, püre, kestane şekeri gibi ürünlerin üretiminde kullanılmakla birlikte glutensiz olması nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Romano vd., 2019). Kestanenin endüstriyel olarak işlenmesi sırasında önemli miktarda yan veya atık materyal (iç ve dış kabuk, yaprak gibi) ortaya çıkmakta ve bunların yönetimi de maliyet gerektirmektedir (Aires vd., 2016). İşleme sırasında ortaya çıkan bu atık ürünlerin içerdiği biyo-moleküllerin geri kazanımı çevrenin korunması, katma değer sağlanması ve üretim zincirinin daha etkin bir şekilde yapılandırılmasına katkı sağlamaktadır (Aires vd., 2016). Kestane atık materyallerinin içerdiği fenolik bileşenler sayesinde insan ve hayvan sağlığı ve gıda üretimi sırasında koruyucu olarak kullanımı ön plana çıkmıştır (Cacciola vd., 2019). Biyoaktif bileşen olarak kabul edilen bitkisel metabolitler olan polifenollerin antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin olduğu ürün kalitesi ve raf ömrünü uzattığı belirtilmektedir (Echegaray vd., 2018).

Bu tez çalışmasının amacını, yonca silajına farklı düzeylerde kestane dikenli yeşil kabuğu ilavesinin silaj kalitesi ve aerobik stabilite üzerine olan etkilerinin araştırılması oluşturmuştur.

İKİNCİ BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Silaj yapımında sıklıkla buğdaygiller kullanılsa da son yıllarda baklagillerin ve buğdaygil-baklagil karışımlarının kullanıldığı bilinmektedir. Yonca, korunga ve fiğ silaj yapımında kullanılan yem bitkileri arasındadır. Baklagillerin, düşük SÇK içermeleri ve yüksek tamponlama kapasiteleri nedeniyle katkı maddesi kullanılmadan silolanmaları güçtür (Davies vd., 1998). Silolanan materyalin pH'sının hızlı bir şekilde düşmesi (pH'nın 4,2 seviyesine inmesi) istenmeyen mikroorganizmaların baskı altına alınması veya gelişimlerinin önlenmesi ve kaliteli bir silaj oluşumu açısından önemlidir (Williams vd., 1992). Öte yandan pH'nın istenen düzeye düşmesi proteolizisin önlenmesi açısından da önem taşımaktadır. Silaj pH'sının istenen düzeye kısa sürede düşmesinin sağlanması ve proteinlerin proteolizisten korunmasını sağlamak için formaldehit ve formik asit gibi kimyasallar kullanılmaktadır (McDonald, 1991). Silaj katkı maddesi olarak kullanılan her iki kimyasalında toksik etkilerinin olabileceği ve kanserojenik etkiye sahip olabileceği belirtilmektedir (Sigma-Aldrich, 1988). Tüm bu endişeler nedeniyle silaj katkı maddesi olarak kullanılabilecek daha güvenli ve doğal alternatiflere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda tanenler bitkilerin büyük çoğunluğunda bulunan fenolik bileşenlerdir. Tanenler, proteinlerle bağ oluşturarak rumende parçalanmaktan korumaktadırlar (McNabb vd., 1993). Bu bilgidен hareketle tanen içeren bitkilerin veya farklı bitkilerden elde edilen tanenlerin silolama sırasında katkı maddesi olarak kullanımını konu alan çalışmaların hız kazanması yakın bir geçmişe sahiptir. Tanenlerin silolama sırasında ilavesi ile silolanan bitki proteinlerini de mikrobiyal parçalanmadan koruduğu bildirilmektedir (Kamalak vd., 2012; Şengül ve Aydın, 2019; Erdoğan, 2020).

Literatürde yonca silajını konu alan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların büyük çoğunluğunun yoncanın SÇK içeriğini arttırmaya yönelik uygulamaları içerdiği görülmektedir. Konu ile ilişkili olarak yürütölen bir çalışmada yonca silajına karbonhidrat kaynağı olarak atık reçel ilave edilmiş, fermentasyon ve *in vitro* sindirilebilirlik düzeyi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Söz konusu çalışmada, yonca silajına reçel (pH 3,68) ve reçel parçacıkları (pH 4,20) ilavesinin Kontrol grubuna (pH 5,20) kıyasla pH düzeyini ve Nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) içeriğini önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmişlerdir (Önenç ve Yayla, 2021). Bir başka çalışmada Şengül vd. (2022) SÇK içeriğı yüksek dut kurusu posası %0, %2,5, %5, %7,5, %10, %12,5 ve %15 oranlarında yonca

silajına ilave etmişlerdir. Çalışma sonucunda yoncaya silolama sırasında %5 ve %7,5 oranında dut kurusu posası ilavesinin silaj pH'sını önemli düzeyde düşürdüğü ve laktik asit düzeyini arttırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar dut kurusu posasının silaj kalitesini arttırmak amacıyla katkı maddesi olarak kullanılabileceğini önermişlerdir. Yonca silajına kefir ilavesini konu alan diğer bir çalışmada, yoncaya silolama sırasında üç farklı düzeyde kefir ilavesi yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, kefir ilavesinin silajların pH, organik asit düzeyleri ve kuru madde kaybını düşürdüğü, küf gelişimini önlediği ve maya içeriğini düşürerek aerobik stabiliteyi iyileştirdiği belirlenmiştir (Koç vd., 2020). Canbolat vd. (2013) yonca silajına karbonhidrat kaynağı olarak gladiçya meyvesinin (*Gleditsia triacanthos*) farklı düzeylerde ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Meyvenin ilave düzeyindeki artışa bağlı olarak silajlarda ham protein, yapısal karbonhidrat, amonyak azotu ve pH düzeyleri azalmış, suda çözünabilir karbonhidrat ve toplam tanen içeriği artmıştır. Araştırmacılar çalışmadan elde ettikleri bulgulara göre yonca silajına gladiçya meyvesinin 80-100 g/KM düzeyinde eklenebileceğini önermişlerdir. İrez-Şerbetçi (2020) atık gofret ilavesinin yonca silajlarının LAB ve maya sayılarında artış gösterdiğini bildirmiştir. Çotuk ve Önenç (2016) çalışmalarında buğday kepeğine alternatif olarak pudingin (kullanım süresi biten) yonca silajına katılımında LAB gelişimini arttırdığını maya ve küf sayılarının 3. günden sonra hızla artış sağlamaya başladığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada yonca bitkisine silolama sırasında farklı düzeylerde (0, 20g/kg, 30 g/kg, 40 g/kg ve 50 g/kg) ilavesinin fermentasyon özellikleri, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine olan etkilerini değerlendirmişlerdir (İrez-Şerbetçi, 2020). Araştırmacılar silolama sırasında 40-50 g/kg gofret ilavesinin yonca silajında kimyasal bileşimi ve mikrobiyolojik özellikleri olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Yonca silajı üzerinde yürütülen çalışmaların az bir bölümünü ise yoncaya silolama sırasında tanen içeren bitkilerin, bitki özütlерinin veya bitkilerden saflaştırılmış tanenlerin ilavesini içerdiği görülmektedir. Örneğin Atalay (2009) yoncaya silolama sırasında 1:1 oranında melas ile hazırlanan defne yaprağı karışımını (MELDEF) %0, %2, %4, %6 ve %8 oranında ilave etmiştir. Çalışma sonucunda %8 oranında MELDEF ilavesinin kontrol grubuna kıyasla pH'yı %26,3 ve amonyak azotunu %26 oranında azalttığı belirlenmiştir. Buna karşın MELDEF ilavesinin yonca silajının *in vitro* sindirilebilirlik değerlerini düşürdüğünü bildirmektedir. Konu ile ilişkili olarak yürütülen diğer bir çalışmada yonca bitkisine silolama sırasında ticari olarak üretilen tatlı kestane özütü (Farmatan) farklı düzeylerde katılmıştır (%0, %1,5, %3 ve %4,5). İki aylık silolama süresi sonunda %4,5

oranında farmatan ilavesinin yonca silajında amonyak azotu üretimini %70 oranında, silaj pH'sını ise %23,8 oranında düşürdüğü silaj kalitesini iyileştirdiği belirlenmiştir (Şengül ve Aydın, 2019). Bir başka çalışmada yonca silajına kestane taneni özütünün farklı düzeylerde (%0, 2, 4 ve 6) ilavesiyle bitki proteinlerini proteolizisten koruduğu belirlenmiş ve silolama sırasında %4 oranında ilave düzeyi önerilmiştir (Tabacco vd., 2006). Kamalak (2014) yürüttüğü çalışmasında yonca silajına katkı maddesi olarak farklı düzeylerde (%0, 1,5, 3, 4,5, 6) tanen meşe ekstraktı (Artutan) ilave etmiştir. Yoncaya silolama sırasında artutan ilavesi, silaj pH'sı, yapısal karbonhidrat düzeyleri, kuru madde (KM), ham protein (HP) ve organik madde sindirim oranlarını düşürmüş, by-pass protein ve laktik asit (LA) düzeyini ise arttırmıştır. Araştırmacı yonca silajına %1,5 oranında artutan ilavesinin bitki proteinlerini proteolizisten korumak için yeterli olduğunu bildirmiştir. Erdoğan (2020), salça üretimi sırasında atık ürün olarak ortaya çıkan, son zamanlarda hayvan besleme kullanımı giderek yaygınlaşan ve yüksek protein içeriğine sahip domates posasını yine ceviz üretimi sırasında oluşan kondanse tanen ve fenolik bileşence zengin bir atık ürün olan ceviz yeşil kabuğu ile silolamanın etkilerini incelemiştir. Araştırmacı çalışma sonucunda ceviz yeşil kabuğu ilavesinin domates silajında pH'yı, amonyak azotu (NH₃-N) oluşumunu azalttığı, küf ve maya oluşumunun kontrol grubuna kıyasla azaltarak aerobik bozulmayı önlediği sonuçlarına ulaşmıştır. Salawu vd. (1999) çalışmalarında İngiliz çimi bitkisine silolama sırasında mimosa, myrabolam ve quebracho tanenlerini 5 ve 50 g/kg KM olacak şekilde iki farklı dozda ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda tanen kullanımı ile silajların çözünebilir nitrojen ve amonyak konsantrasyonlarında azalma olduğu belirlenmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Yem Materyali

Yonca materyali Çanakkale ili Merkez ilçesinin Sarıca eli köyünden üçüncü biçim olarak yerel bir üreticiden temin edilmiştir. Katkı maddesi olarak kullanılan kestane dikenli yeşil kabuğu 2022 yılı hasat döneminde (Ekim ayında) Aydın İli İncir Araştırma Enstitüsünden temin edilerek uygun koşullarda kurutulup (40°C’de 2 gün süre ile) öğütülerek kullanılacağı güne kadar +4 °C’de saklanmıştır.



Şekil 1. Silajda kullanılan yonca yeşil otu (A) , Silajda kullanılan kestane dikenli yeşil kabuğu (B)

3.2. Yöntem

3.2.1. Silaj Materyalinin Hazırlanması

Yonca hasat sonrası laboratuvara getirilerek 3 cm boyutunda doğranmıştır. Bu işlemin ardından yonca üç gruba ayrılmıştır. İlk grup herhangi bir katkının kullanılmadığı kontrol grubu (KON), ikinci grup ise yaş ağırlık bazında %2 oranında kestane dikenli yeşil kabuğu ilave edilen grup (%2 KDK) ve üçüncü grup ise yine yaş ağırlık bazında %4 oranında kestane dikenli yeşil kabuğu ilave edilen grup (%4 KDK) şekilde oluşturulmuştur. Yonca yeşil otu her grup için 3 L hacimli cam kavanozlarda 5 tekerrürlü olacak şekilde sıkıştırılarak

silolanmıştır. Hazırlanan silajlar 60 gün süre ile oda sıcaklığında (25 °C) anaerobik fermentasyona tabi tutulmuşlardır.

3.2.2. Kimyasal Analizler

Yem örnekleri açım sonrası 40 °C'de 2 gün boyunca kurutulmuş, değirmende öğütülerek (1 mm) analizlere hazır hale getirilmiştir. Çalışmada kullanılan katkı maddesi ve yonca başlangıç örneğine ilişkin kimyasal bileşim Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Yonca yeşil otu başlangıç materyali ve kestane dikenli yeşil kabuğunun kimyasal bileşimi

Özellik	Yonca	Kestane yeşil kabuğu
KM	26,2	90,01
HP	21,01	8,53
NDF	48,70	54,58
ADF	23,50	34,16
ADL	3,21	4,74
HK	11,92	2,68
SÇK	31,42	40,63
TFB	3,47	8,31
KT	2,02	2,17

KM: Kuru madde (%); HP: Ham protein (% KM); NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif (% KM); ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif (% KM); ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin (% KM), HK: Ham kül (% KM); SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat (g/kg KM); TFB: Toplam fenolik bileşen (g/kg KM); KT: Kondanse tanen (g/kg KM)

pH Ölçümü

Silolama öncesi yonca başlangıç örneği ve silolama süresi sonunda açım yapıldıktan sonra elde edilen silaj örneklerinde pH ölçümleri dijital pH metre (Hannah, 211) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Playne ve Mcdonald, 1996).



Şekil 2. Örneklerde pH ölçümü

Kuru Madde (KM) Analizi

Silaj örnekleri kuru maddelerinin belirlenmesi amacıyla 105 °C sıcaklığa ayarlı etüvde (Memmert) 24 saat boyunca tutulmuş ve 24 saatin sonunda tekrar tartım yapılmıştır AOAC (1990).

Ham Kül Analizi

Örneklerin ham kül analizleri 550°C' deki kül fırınında 5 saat süresince (Protherm) yakılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).



Şekil 3. Ham kül analizinin yapılışı

Near Infrared Reflectance (NIR) Analizi

Yemlerin örnekleri kurutulup öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Yem örneklerine ilişkin kimyasal bileşim NIR spektroskopisi yöntemiyle Spectrastar 2400D Unity Scientific, USA cihazı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Yem örneklerinde HP, yapısal karbonhidratlar içerikleri (ADF, NDF, ADL) 1200-2400 nm arasındaki dalga boyunda okunmuştur.

Kondanse Tanen ve Toplam Fenolik Bileşen Analizleri

Silaj örneklerinin kondanse tanen içerikleri bütanol ve hidroklorik asit (HCL) kullanılarak analiz edilmiştir, fenolik bileşen içerikleri ise Makkar (2003)'ün bildirdiği metoda göre spektrofotometre aracılığıyla (Shimadzu UV mini-1200, Kyato, Japan) analiz edilerek tannik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir.

Suda Çözünebilir Karbonhidrat (SÇK) Analizi

Silaj örneklerinin SÇK içerikleri fenol sülfürikasit (H_2SO_4) kullanılarak Dubois vd. (1956)'nın bildirdiği yönteme göre spektrofotometre (Shimadzu UV mini-1200, Kyato, Japan) aracılığıyla analiz edilmiştir.

Amonyak Azotu (NH_3-N) Analizi

Silaj örneklerinden elde edilen süzükler kullanılarak gerçekleştirilen NH_3-N analizlerinde fenol-hipoklorit solüsyonundan yararlanılmış olup analizler spektrofotometre (Shimadzu UV mini-1200, Kyato, Japan) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Weatherburn, 1967).

Laktik Asit Analizi (LA)

Analiz gününe kadar $-20\text{ }^{\circ}C$ 'de saklanan silaj örnekleri üzerinde yürütülen LA miktarlarının tespitine yönelik analizlerde Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın belirledikleri doğrultusunda spektrofotometre aracılığıyla tespit edilmiştir.

3.2.3. Aerobik Stabilité

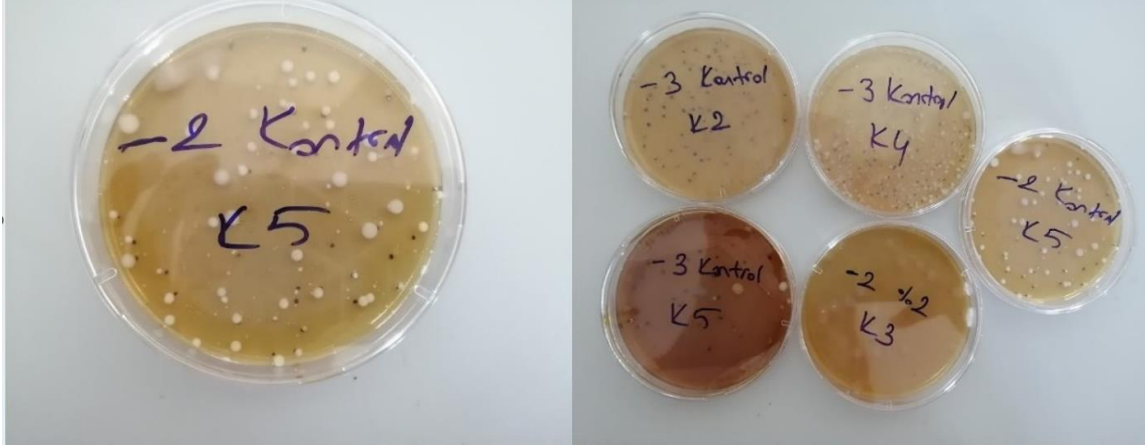
Silolama süresi sonunda silaj örnekleri yine 5 tekerrürlü olarak 5 L hacimli kavanozlara sıkıştırılmadan konulmuş (1 kg) ve 7 gün süre ile aerobik fermentasyona tabi tutulmuştur. Silaj örneklerinin aerobik stabilitelerinin belirlenmesi amacıyla 7 gün süre ile silo içi sıcaklık değerleri dataloggerlar (Elitech) aracılığıyla kaydedilerek, silo içi sıcaklığın, çevre sıcaklığının $2\text{ }^{\circ}C$ üzerine çıktığı koşullar aerobik bozulma olarak değerlendirilmiştir (Çayıroğlu vd., 2016).



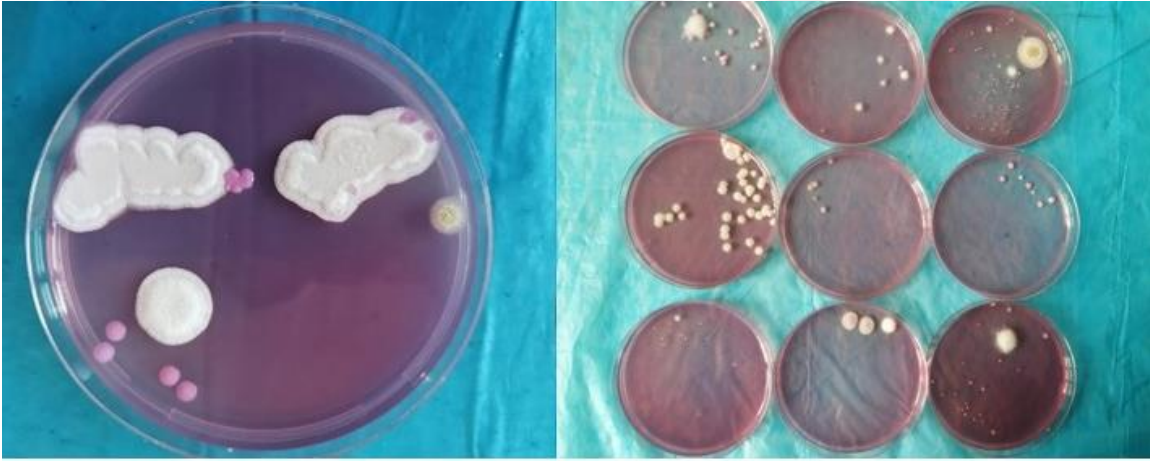
Şekil 4. Aerobik stabilite sürecinde silo içi sıcaklık ve dış sıcaklıkların datalogger aracılığı ile kayıt edilmesi

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

Silaj örneklerinin aerobik stabilitelerinin belirlenmesi amacıyla açımda ve aerobik stabilite sonrası 7. gün alınan örneklerde laktik asit bakteri (LAB), maya ve küf analizleri yürütülmüştür (Seale vd., 1990). Örneklerde LAB sayımlarında besi yeri olarak MRS agar, maya ve küf sayımlarında ise DRBC agar kullanılmıştır. Silaj örneklerinde LAB sayımları 30 °C’de 3 günlük inkübasyon sonrasında, küf ve maya sayımları ise 25 °C’de 5 günlük inkübasyon sonucunda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Besi ortamında laktik asit bakterilerinin üremesinin görünümü



Şekil 6. Maya ve küf kolonilerinin görünümü

3.2.5. İstatistik Analizler

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistik olarak değerlendirmesinde grup, doz ve etkileşimlerinin faktör olarak yer aldığı doğrusal bir modelde varyans analizi kullanılmıştır. Aerobik bozulma sürecinde alınan iç ve ortam sıcaklıklarına ilişkin verilerin değerlendirilmesinde; dış sıcaklığa ilişkin güven aralıkları ($\alpha=0.05$) hataların normal dağılım gösterdiği varsayımına göre $Y_i \pm 1,96Y_i$ şeklinde tahmin edilmiştir. Mikrobiyolojik analizlerden elde edilen veriler normal dağılım göstermemeleri nedeniyle logaritmik transformasyona tabi tutulmuştur. Çalışmada LAB ve maya düzeylerinin istatistik analizlerinde grup, dönem ve grup x dönem interaksiyonlarının etkileri dikkate alınmıştır. Buna karşın küf değerlerinin istatistik analizleri sırasında alt gruplarda yeterli gözlem bulunmadığından dolayı grup x dönem interaksiyonu dikkate alınmamıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Yoncaya silolama sırasında iki farklı dozda KDK ilavesinin etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, silajların pH'sı, kimyasal bileşimi ve mikrobiyal yükü üzerine grup, dönem ve grup x dönem interaksiyonlarının önem seviyeleri Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'de izleneceği üzere çalışmada grubun etkisi, incelenen parametrelerden NDF, maya, küf ve LAB düzeyleri üzerine önemsiz bulunurken, dönemin etkisi NDF, ADF, ADL, SÇK, pH ve küf düzeyleri üzerine önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Çalışmada ele alınan tüm parametreler üzerine grup x dönem interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Tablo 2

Yonca silajlarının değerlendirilmesinde kullanılan parametrelere ilişkin istatistik önem seviyeleri, P

Özellik	Grup	Dönem	Grup x Dönem
KM	0,0368	<.0001	0,1734
HP	0,0242	<.0001	0,3686
NDF	0,0655	0,2775	0,0999
ADF	0,0011	0,5062	0,7796
ADL	0,0057	0,4331	0,8453
HK	0,0111	0,0083	0,4724
SÇK	<.0001	0,7747	0,8991
pH	<.0001	0,9961	0,9946
Maya	0,6073	0,0045	0,6863
Küf	0,7386	0,0633	-
LAB	0,7542	<.0001	0,9385

Yonca silajına farklı düzeylerde kestane dikenli yeşil kabuğu ilavesinin silajların kimyasal bileşimi üzerine olan etkisi Tablo 3' te sunulmuştur. Tablo 3'ten de izleneceği üzere yonca silajına kestane dikenli yeşil kabuğu ilavesinin KM, ADF ve ADL içeriklerini önemli düzeyde arttırdığı buna karşın HP içeriğini ise önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir ($P\leq 0.05$). Silajlara, kestane dikenli yeşil kabuğu ilavesindeki artışa bağlı olarak KM içeriği ve ADL içeriğinin önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan katkı maddesinin silajların NDF içeriğini değiştirmediği belirlenmiştir ($P=0.0655$).

Tablo 3

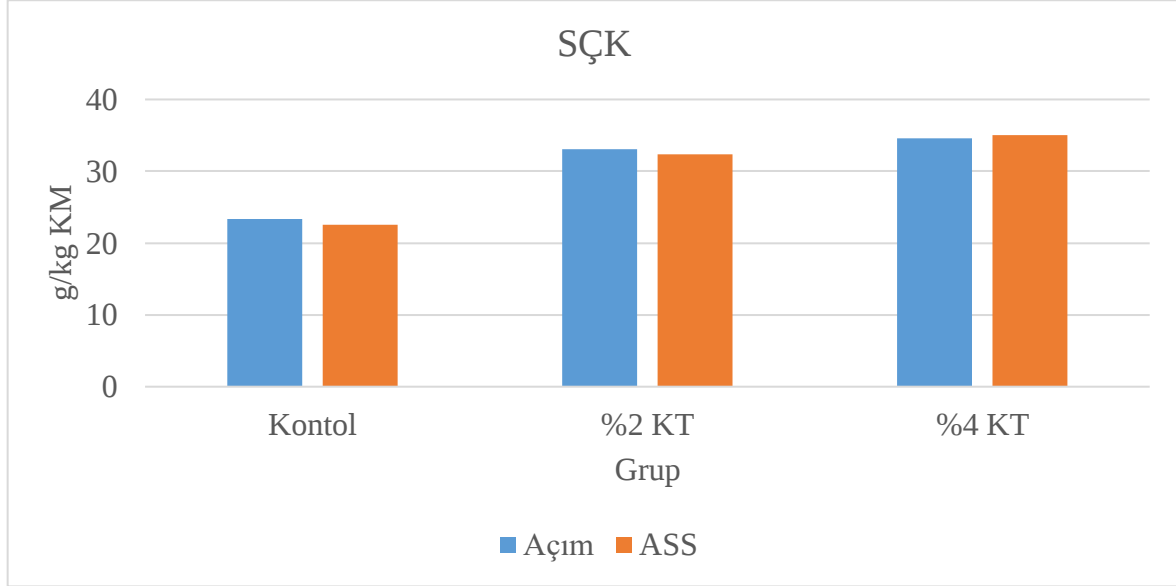
Uygulama gruplarında kimyasal bileşime ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO), standart hataları (SH) ve istatistik önem seviyeleri (P)

ÖZELLİK	GRUP			SH	P
	KONTROL	%2 KDK	%4 KDK		
KM	26.80 ^b	28.80 ^{ab}	30.00 ^a	0.770	0.0368
HP	18.44 ^b	18.28 ^b	17.83 ^c	0.151	0.0242
NDF	34.75	36.01	36.89	0.613	0.0655
ADF	18.99 ^b	19.96 ^b	21.81 ^a	0.462	0.0011
ADL	1.90 ^b	2.28 ^b	2.66 ^a	0.128	0.0057
HK	11.20 ^a	10.66 ^b	10.43 ^b	0.166	0.0111
KT	2.32	2.23	2.24	0.146	0.8935
TFB	17.17 ^b	21.14 ^a	20.63 ^a	0.967	0.0265
SÇK	23.31 ^b	33.09 ^a	34.58 ^a	1.529	0.0004
pH	6.16 ^a	5.51 ^b	5.33 ^c	0.162	0.0083
LA	43.98 ^c	46.90 ^{bc}	52.47 ^a	1.171	0.0008
NH ₃ -N	19.62 ^a	12.05 ^b	12.02 ^b	1.271	0.0014
KMK	4.80 ^a	4.61 ^{ab}	4.29 ^b	0.123	0.0368

KM: Kuru madde (%); HP: Ham protein (% KM); NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif (%KM); ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidrat (% KM); ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin (% KM), HK: Ham kül (% KM); KT: Kondanse tanen (g/kg KM); TFB: Toplam fenolik bileşen (g/kg KM), SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat (g/kg KM); pH, LA: Laktik asit (g/kg); NH₃-N: Amonyak azotu, mg/ml; KMK: Kuru madde kaybı

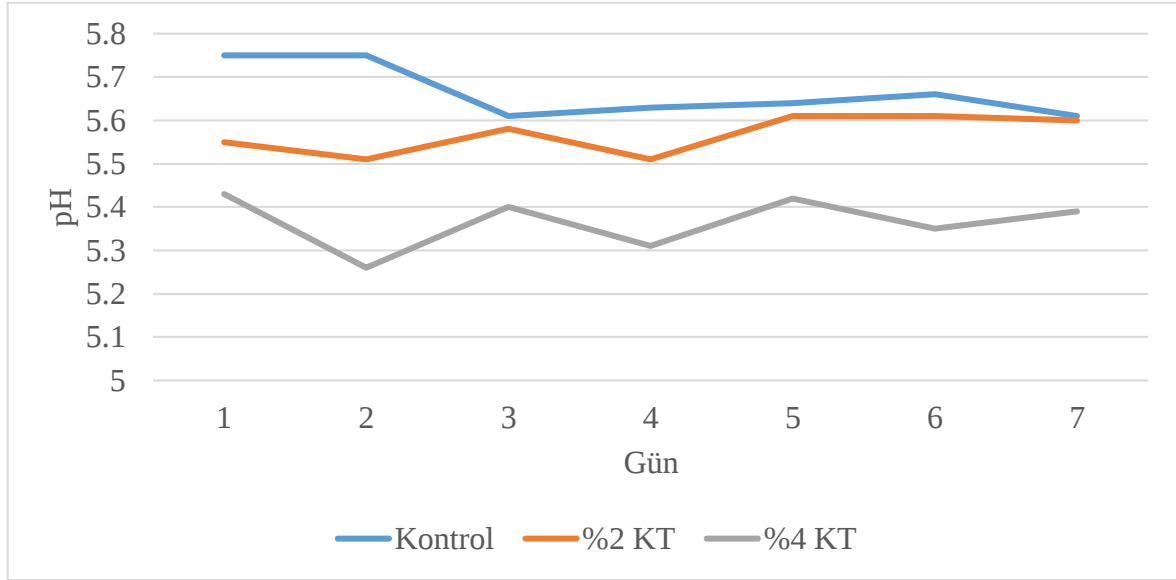
Silajların HK içeriği KDK ilave edilen oranındaki artışa bağlı olarak düşmüştür (P=0.0111). Silajların KT içerikleri üzerine KDK ilavesinin herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (P=0.8935). Silajların TFB içeriklerinin, KDK içeren gruplarda daha yüksek olduğu (P≤0.05) belirlenmiştir. Yonca silajlarındaki ölçülen pH değeri KDK ilave düzeyindeki artışla birlikte azalmıştır (P≤0.05). En düşük pH değeri 5,53 ile %4 KDK grubunda ölçülürken, en yüksek pH değeri 6,16 ile kontrol grubunda ölçülmüştür. Çalışmada en yüksek LA düzeyi 52,47 g/kg ile %4 KDK grubunda tespit edilmiştir. Laktik asit değeri bakımından kontrol grubu (43,98 g/kg) ve %2 KDK (46,90 g/kg) grubu birbirinden farklılaşmasa da (P>0.05) rakamsal olarak %2 KDK grubunun daha yüksek LA üretimine sahip olduğu izlenmektedir (Tablo 3). Yonca silajına KDK ilavesi ile kontrol grubuna oranla SÇK düzeyi önemli ölçüde artmıştır (P=0.0004). Yonca silajlarına KDK ilavesinin düzeyinden bağımsız olarak, açım sonrası ölçülen NH₃-N düzeylerini kontrol grubuna oranla önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir (P=0.014). Çalışmada %4 oranında KDK ilavesi, çalışmada incelenen diğer bir parametre olan KMK değerini Kontrole kıyasla önemli

düzeyde düşürürken ($P \leq 0.05$), %2 KDK ilavesinin etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($P > 0.05$).



Şekil 7. Açım ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen SÇK değerleri

Aerobik stabilite süresince silaj örneklerinin SÇK düzeyleri üzerine grubun, etkisi önemli iken ($P < .0001$), dönem ($P = 0.7747$) ve grup x dönem ($P = 0.8991$) interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Aerobik stabilite öncesi ve sonrası silajlarda ölçülen SÇK düzeyleri arasında farklılık belirlenmemiştir.



Şekil 8. Yedi günlük aerobik stabilite sürecinde gruplarda belirlenen pH değişimi

Açım sonrası 7 günlük aerobik stabilite süresince her gün ölçülen pH değerlerinin değişmediği ($P=0.9955$) ve grup x gün interaksyonunun da önemli ($P=0.9998$) bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (Şekil 9).

Çalışmada 60 günlük silolama süresi sonrası yonca silajlarında belirlenen mikrobiyal yükler Tablo 4'te sunulmuştur. Silajlarda belirlenen maya, küf ve LAB düzeylerini KDK ilavesi değiştirmemiştir ($P>0.05$).

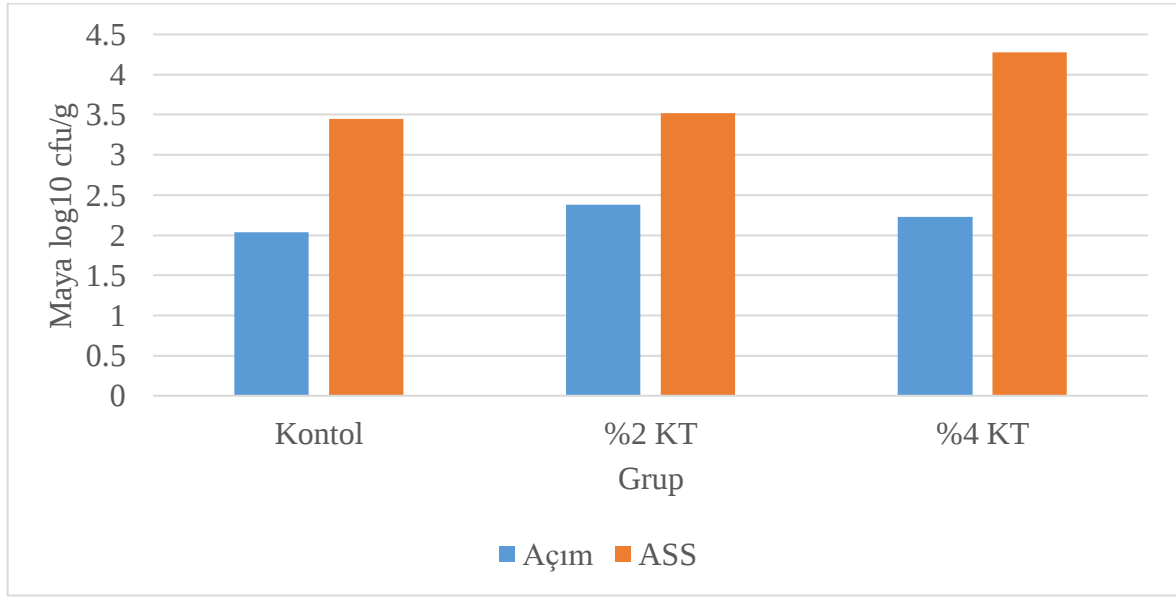
Tablo 4

Uygulama gruplarında mikrobiyal bileşime ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO), standart hataları (SH) ve istatistik önem seviyeleri (P)

ÖZELLİK ¹	GRUP			SH	P
	KONTROL	%2 KDK	%4 KDK		
Maya	2.74	2.95	3.26	0.315	0.6073
Küf	0	0	2.21	0.723	0.7386
LAB	4.85	4.84	4.87	0.052	0.7542

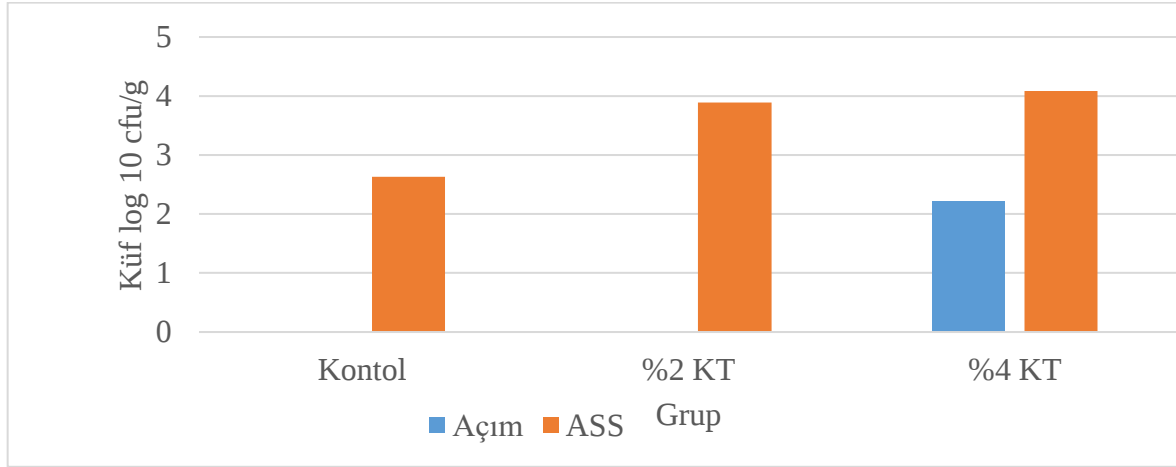
¹log₁₀ cfu/g; LAB: Laktik asit bakterisi; KDK: Kestane dikenli yeşil kabuğu

Yonca silajlarında açım ve açımı takiben 7 günlük aerobik stabilite süresi sonrasında belirlenen maya düzeylerinin gruplara göre değişimi Şekil 9’da küf düzeylerine ilişkin değişim Şekil 10’da ve LAB düzeylerine ilişkin değişim ise Şekil 11’de sunulmuştur. Şekil 9’dan da izleneceği üzere gruplarda belirlenen maya düzeyleri aerobik stabilite süreci sonrasında artış göstermiştir ($P=0.045$). Maya düzeyi üzerine grup x dönem etkileşimi etkisiz olmuştur ($P=0.6863$).



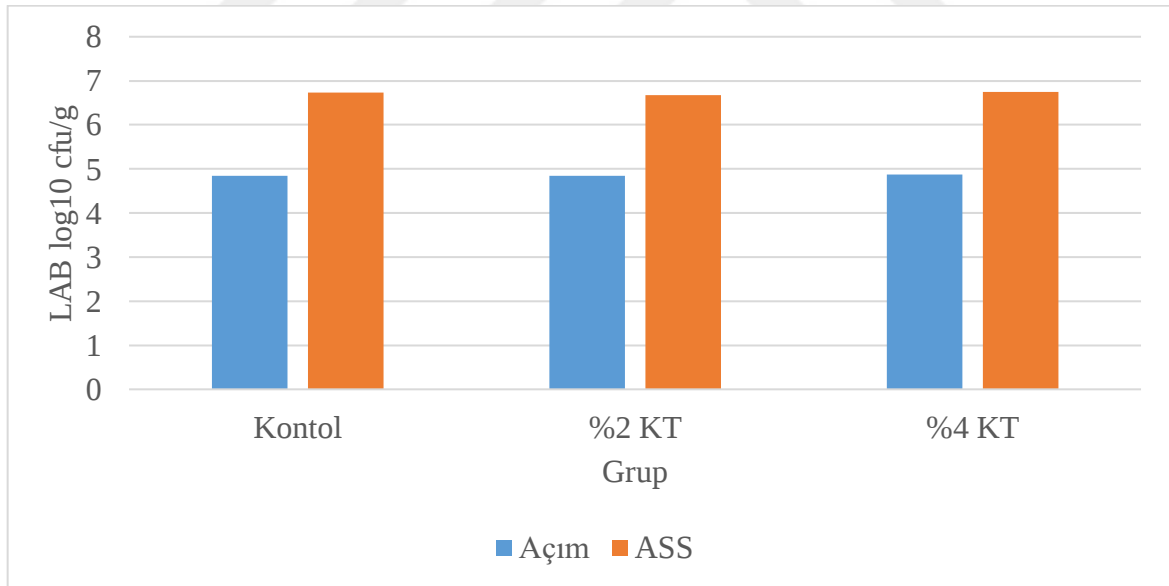
Şekil 9. Açım ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen maya değerleri

Kontrol ve %2 KDK gruplarında açım küf belirlenmemiş olup %4 KDK grubunda 2,21 log₁₀ cfu/g düzeyinde belirlenmiştir. Aerobik stabilite süreci sonrasında ise grupların küf düzeyleri artış göstermiştir ($P=0.0633$).



Şekil 10. Açımda ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen küf değerleri

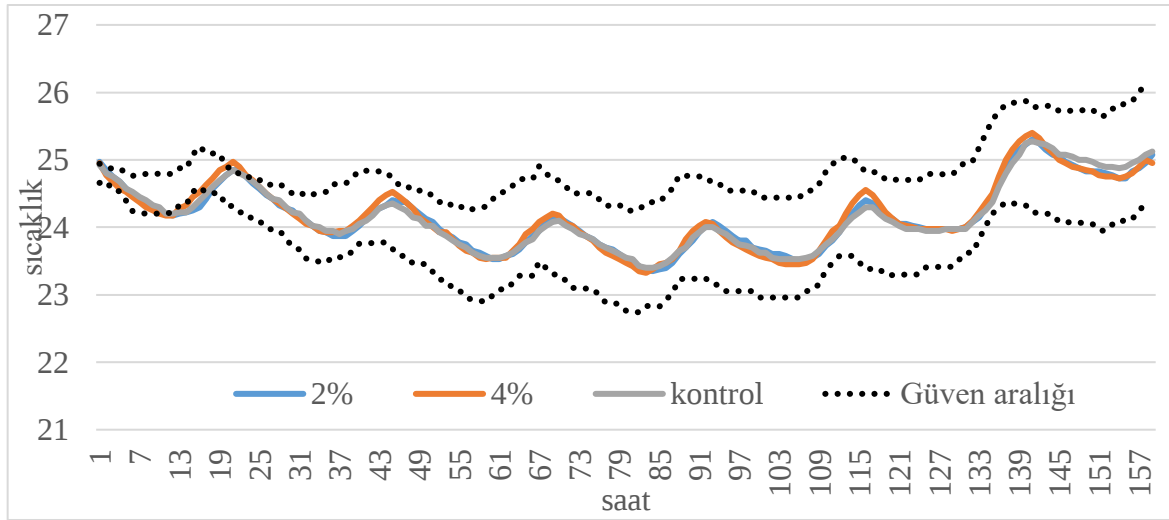
Gruplarda aerobik stabilite sonrası ölçülen LAB değerlerinin arttığı görülmektedir ($P < .0001$). LAB değeri üzerine grup x dönem interaksyonu etkisi önemsiz bulunmuştur ($P=0.9385$).



Şekil 11. Açımda ve 7 günlük aerobik stabilite sonrasında gruplarda belirlenen LAB değerleri

Çalışmada aerobik stabilitenin belirlenmesinde kullanılan parametreler arasında yer alan silo içi ve dış ortam sıcaklık ölçümlerinin aerobik stabilite süresince değişimi Şekil 12’de sunulmuştur. Şekil 12’den de izleneceği üzere kontrol ve KDK ilaveli gruplarda 7 günlük aerobik stabilite süresince ölçülen silo içi sıcaklık değerleri güven aralıkları içerisinde

de seyretmiştir. Ortam sıcaklık değerleri ortalama 24,23 °C olarak belirlenmiş olup minimum 24,21 °C ve maksimum 26.4 °C arasında değişmiştir. Silaj sıcaklığı değerleri Kontrol grubunda ortalama 24,23 °C, %2 KDK grubunda ortalama 24,24 °C ve %4 KDK grubunda ise 24,25 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 12. Aerobik stabilitede güven aralığının gösterilmesi

4.1. Tartışma

Tanenlerin silaj katkı maddesi olarak kullanımlarının temel nedeni olarak silolanacak materyalin içerdiği proteinlerin silolama sırasında bitki proteazlarının aktiviteleri sonucunda hızla parçalanmalarının belirli düzeyde önlenmesi gösterilmektedir (Heron vd. 1988). Bitki proteazlarının aktiviteleri pH 5-7 civarında optimum seviyede olup, pH'nın 4 ve altına düşmesiyle birlikte aktiviteleri durmaktadır (Henderson, 1993). Kung vd. (2018), baklagil silajlarında kabul edilebilir pH değerini 4,3-5,0 arasında değiştiğini bildirmektedir. Bu çalışmada başlangıç örneğine ait pH değeri 6,58 olup, en düşük pH değeri %4 düzeyinde KDK ilave edilen grupta 5,33 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda ölçülen pH değeri ise Henderson (1993) tarafından, bitki proteazlarının aktiviteleri için rapor edilen optimum pH değeri (6,6) aralığında bulunduğu dikkati çekmektedir. Buna ek olarak çalışmada kullanılan en yüksek KDK dozu olan %4 düzeyi silaj pH'sını 4 ve 4'ün altına indirmeye yetmemiş buna karşın Kung vd. (2018)'in baklagil bitkileri için bildirdiği üst sınıra yakın olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada silajların SÇK içeriklerinin KDK ilavesiyle önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Bu durumun çalışmada katkı maddesi olarak kullanılan KDK'nın yoncaya göre (31,42 g/kg KM) daha yüksek SÇK (40,63 g/kg KM) içermesiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan tanenlerin bitki hücre duvarı bileşenleriyle kompleks oluşturarak parçalanmalarını önlediği bu nedenle de genel olarak tanenle muamele edilen silajların SÇK içeriklerinin düşük olabileceği bildirilmektedir (Barry ve Manley, 1984; Reed, 1995). Silolanacak bitkinin içerdiği SÇK düzeyi, LAB silo içerisinde gelişimi için gerekli besin kaynağı olması bağlamında önem taşımaktadır. Silo içerisinde LAB popülasyonunun hızla artışının sağlanması, silo içi pH'nın kısa sürede düşmesi açısından önemlidir. Bu durum %2 ve %4 KDK ilave edilen grupların pH'larının Kontrol grubuna kıyasla düşüklüğünü açıklamada yeterlidir. Laktik asit bakterileri suda çözünebilir karbonhidratları metabolize etmeleri sırasında önemli miktarda LA üretmektedirler. Bu bulguyu destekler nitelikte, çalışmada %4 KDK ilaveli grubun LA üretim düzeyi de Kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur (P=0.008). Silo içerisinde meydana gelen proteolizis üzerine etkili olan parametrelerden bir diğerini silolanacak materyalin KM'si oluşturmaktadır. Çalışmada yonca bitkisine ait başlangıç örneğinin KM düzeyi %26,2 olarak belirlenmiştir. Nispeten düşük olan bu KM düzeyi silolama sırasında iki farklı dozda (%2 ve % 4) ilave edilen KDK ile Kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde artmıştır (P=0.0368). Silo içerisinde KM kayıplarının önlenmesinde tanen içeren katkı maddelerinin etkili olduğu belirtilmektedir. Bu durumun tanenlerin bitki karbonhidratları ve proteinlerini sindirimden korumasıyla ilişkili olduğu rapor edilmektedir (Barry ve Manley, 1984; Reed, 1995). Nitekim bu çalışmada silaj örneklerinde 60 günlük silolama süresi sonunda ölçülen NH₃-N düzeyinin KDK ilaveli gruplarda, Kontrole kıyasla %61,42 oranın azalttığı belirlenmiştir. Herremans vd. (2019), ak üçgül, kırmızı üçgül ve domuz ayrığı bitkilerini birlikte siloladığı çalışmalarında katkı maddesi olarak hidrolize tanenin farklı dozlarını kullanmış ve hidrolize tanenin silaj NH₃-N düzeyinin %18 oranında düşürdüğünü bulgulamışlardır. Bu çalışmada %4 oranında KDK ilave edilen grubun KM kaybının Kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde azaldığı belirlenmiş (Tablo 3) olup bu bulgunun da Barry ve Manley (1984) ve Reed (1995) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Öte yandan çalışmada yonca başlangıç örneği (2,02 g/kg KM) ve kestane dikenli yeşil kabağının KT içeriklerinin (2,20 g/kg KM) birbirine yakın olduğu, açım sonrası yonca silaj örneklerinin KT içerikleri arasında fark olmadığı (P=0.8935), buna karşın toplam fenolik bileşen içeriklerinin ise KDK ilavesi ile önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (P=0.0265). Yonca silajlarında açım sonrası gözlenen NH₃-N

düzeyindeki önemli düşüşün KT içeriğine atfedilmesi doğru olmayacaktır. Fakat bitkilerin içerdiği KT dışında diğer biyoaktif bileşenler olan polifenollerinde proteolizisi düşürdüğü bildirilmektedir (Lee vd., 2008). Bu bağlamda KDK ilaveli silajlarda $\text{NH}_3\text{-N}$ düzeyinde gözlenen düşüşün TFB içeriğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Buna ilaveten çalışmada kestane dikenli yeşil kabağının hidrolize tanen içeriği belirlenmemiş olup söz konusu etkinin hidrolize tanenden kaynaklanabileceği de söylenebilir (Aimone vd., 2023).

Silajların açım sonrası hava ile teması ile aerobik bozulma süreçleri başlamaktadır. Silajların hava ile teması sonrası maya düzeyinin 10^5 cfu/g'ın üzerine çıkması aerobik bozulma olarak tanımlanmakta ve genellikle sıcaklık ve pH'daki artış da buna eşlik etmektedir (McDonald vd., 1991). Çalışmada açım ve aerobik stabilite sonrası belirlenen maya sayılarının McDonald vd. (1991)'in bildirdiği sınır değerden daha düşük olduğu izlenmektedir (Tablo 4 ve Şekil 9). Ayrıca çalışmada 7 günlük aerobik stabilite sürecinde günlük aralıklarla ölçülen pH değerlerinin de gün ve grup x gün etkileşimlerine göre değişmediği belirlenmiştir ($P>0.05$). Aynı süreçte takip edilen silo içi sıcaklık değerlerinin dış ortam sıcaklık değerlerini de aşmadığı Şekil 12'den izlenmektedir. Literatürde “aerobik stabilite” silo içi sıcaklığın dış ortam sıcaklığını $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ üzerine çıkmadan kaldığı süre olarak tanımlanmaktadır (Peng vd., 2018). Yonca silajlarında aerobik stabilite süreci sonrası belirlenen küf düzeyleri, kullanılan katkı maddesi dozundan etkilenmemiştir ($P>0.05$). Buna karşın açım da belirlenen küf düzeyleri dikkate alındığında Kontrol ve %2 KDK ilave edilen grupta küf belirlenmemiş olup %4 KDK ilave edilen grupta belirlenmiştir. Çalışmada aerobik stabilitenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yonca silajlarının 7 günlük aerobik stabilite süresince bozulmaya maruz kalmadığı belki sürenin biraz daha uzatılmasıyla bozulmanın meydana gelebileceği düşünülmektedir. Peng vd. (2018) yürüttükleri çalışmalarında silajların aerobik stabilitelerinin 7. günden sonra bozulmaya başladığını rapor etmektedirler.

Kondanse tanenin, bakterilerin hücre duvarının geçirgenliğini değiştirdiği, hücre duvarı ile bileşik oluşturarak enzim aktivitesini düşürdüğü bu sayede bakterilerin büyümesini engellediği, benzer etkiyi LAB büyümesini ve LA üretimini baskılayarak gösterdiği bildirilmektedir. Tabasco vd. (2011) üzüm çekirdeğinin içerdiği fenolik bileşenlerden flavan -3-ol (kateşin) farklı LAB türlerinin büyümesini engellediği belirtilmektedir. Bu çalışmada 60 günlük silolama süresi sonunda yapılan açımarda gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizler sonrasında gruplarda belirlenen LAB değerlerinin

uygulamalardan etkilenmediği ($P=0.7542$), bir başka ifade ile KDK'nın içerdiği fenolik bileşenlerin LAB gelişimini baskılamadığı görülmektedir.



BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER

Yoncaya silolama sırasında farklı seviyelerde kestane dikenli yeşil kabuğunun ilavesiyle KM düzeyi artmış ve pH düzeyi azalmıştır. Silolama sırasında proteolizisin en önemli göstergelerinden biri olan $\text{NH}_3\text{-N}$ üretim düzeyinin KDK ilavesi ile önemli düzeyde düştüğü belirlenmiştir. Kestane dikenli kabuğu ilavesi ile uygulama gruplarında SÇK düzeyi, LA üretim düzeyi ile TFB içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

Çalışmada aerobik stabilite süreci sonrasında belirlenen maya düzeylerinin aerobik bozulmayı destekleyecek seviyede olmadığı ve küf düzeyinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Yedi günlük aerobik stabilite sürecinde ölçülen silo içi sıcaklık değerlerinin, dış sıcaklık değerlerinin üzerine çıkmaması, bu süreçte pH değerlerinde de herhangi bir değişimin olmaması aerobik stabilitenin bozulmadığının bir göstergesidir.

Aerobik stabilitenin değerlendirilme süresinin arttırılmasının etkileri ile birlikte silajların rumen içi fermentasyon özelliklerinin belirlenmesi, çalışmada silaj kalitesi üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenen kestane dikenli yeşil kabuğunun kimyasal bileşiminin özellikle fenolik bileşenler bakımından daha ayrıntılı olarak değerlendirilmesi sonraki çalışmalar açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Aimone, C., Grillo, G., Boffa, L., Giovando, S., ve Cravotto, G. (2023). "Tannin Extraction From Chestnut Wood Waste: From Lab Scale To Semi-Industrial Plant" *Applied Sciences*, 13(4), 2494.
- Aires, A., Carvalho, R., Saavedra, M.J. (2016). "Valorization of Solid Wastes From Chestnut Industry Processing: Extraction and Optimization of Polyphenols, Tannins and Ellagitannins and its Potential for Adhesives, Cosmetic and Pharmaceutical Industry". *Waste Manag.* 48, 457–464.
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis, 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist International, Washington DC.
- Atalay, A.İ. (2009). Melas ve Defne Yaprağı Karışımının Yonca Silajı Yapımında Kullanımı ve Silaj Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Barry, T.N. ve Manley, T.R. (1984). "The Role of Condensed Tannins in The Nutritional Value of Lotus Pedunculatus for Sheep (Quantitative Digestion of Carbohydrates and Proteins)". *Brit. J. Nutr.*, 51(3), 493-504.
- Budağ, C. (2009). "Baklagil Tane Yemleri ve Ruminant Beslenmede Kullanımı". *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 88-101.
- Cacciola, N.A., Squillaci, G., D'apolito, M., Petillo, O., Veraldi, F., La Cara, F., Peluso, G., Margarucci, ve S., Morana, A. (2019). "Castanea sativa Mill. shells aqueous extract exhibits anticancer properties inducing cytotoxic and pro-apoptotic effects". *Molecules*, 24,3401.
- Canbolat, Ö., Kalkan, H., ve Filya, İ. (2013). "Yonca Silajlarında Katkı Maddesi Olarak Gladiçya Meyvelerinin (*Gleditsia triacanthos*) Kullanılma Olanakları". *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2), 291-297.
- Çarpıcı, E. B., Tatar, N., Öztürk, Y., Erol, S. ve Arslan, Ö. (2017). "Farklı Oranlarda Mısır ve Şeker Mısırı Atığı ile Karıştırılan Yonca Silajında Kalitenin Belirlenmesi". *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*,20, 65-67.

- Çayıroğlu, H., Coşkun, İ., ve Şahin, A. (2016). “Silajın Aerobik Stabilitesini Etkileyen Faktörler ve İyileştirme Stratejileri”. *Alınır Ziraat Bilimler Dergisi*, 2(31B), 91- 97.
- Çiftçi, M., Halil Çerçi, İ., Dalkılıç, B., Güler, T., ve Ertaş, O. N. (2005). “Elmanın Karbonhidrat Kaynağı Olarak Yonca Silajına Katılma Olanağının Araştırılması”. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 93-98.
- Çotuk, G. M., ve Önenç, S. S. (2016). “Yonca Silajına Kepek ve Puding İlavesinin Silaj Fermantasyonu, Aerobik Stabilite ve *In Vitro* Sindirilebilirlik Üzerine Etkileri”. *Hayvansal Üretim*, 58(1), 13-19.
- Davies, D.R., Merry, R.J., Williams, A.P., Bakewell, E.L., Leemans, D.K., Tweed, J.K. (1998). “Proteolysis During Ensilage of Forages Varying in Soluble Sugar Content”. *Journal of Dairy Science*, 81(2), 444-453.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T. Ve Smith, F. (1956). “Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances”. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.
- Echegaray, N., Gómez, B., Barba, F. J., Franco, D., Estévez, M., Carballo, J., ve Lorenzo, J. M. (2018). “Chestnuts and By-Products as Source of Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: a Review”. *Trends in Food Science and Technology*, 82, 110-121.
- Erdoğan, S. (2020). Domates Posasına İlave Edilen Ceviz Yeşil Kabuğu veya Buğday Kepeğinin Silaj Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Golden, R. (2011). “Identifying an Indoor Air Exposure Limit for Formaldehyde Considering Both Irritation and Cancer Hazards”. *Critical Reviews in Toxicology*, 41(8), 672–721.
- Günaydın, T., Akbay, F., Arıkan, S., ve Kızıllımsık, M. (2023). “Effects of Different Lactic Acid Bacteria Inoculants on Alfalfa Silage Fermentation and Quality”. *Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 555-560.
- Henderson, N. (1993). “Silage Additives”. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45, 35-56.

- Heron, S. J. E., Edwards, R. A., ve Mcdonald, P. (1988). "The Effects of Inoculation, Addition of Glucose and Mincing on Fermentation and Proteolysis in Ryegrass Ensiled in Laboratory Silos". *Animal Feed Science And Technology*, 19(1-2), 85-96.
- Herremans, S., Decruyenaere, V., Beckers, Y., ve Froidmont, É. (2019). "Oak or Chestnut Tannin Dose Responses on Silage pH, Proteolysis and *In Vitro* Digestibility in Laboratory-Scale Silos". *Biotechnologie, Agronomie, Société Et Environnement*, 23(2),59-62.
- İrez Şerbetçi, M. (2020). Yonca Silajlarına Gofret İlavesinin Fermantasyon Özellikleri, Aerobik Stabilitate ve Yem Değeri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kamalak, A., Şahin, M., Canbolat, Ö., ve Kurt, Ö. (2014). "Silaj Katkı Maddesi Olarak Meşe Tanen Ekstraktının (Artutan) Yonca Silajının Kalite Özellikleri ile Koyunlarda Yem Tüketimi, Sindirim Derecesi ve Rumen Fermantasyonu Üzerine Etkisi". TÜBİTAK TOVAG Proje Sayfa Sayısı: 63 Proje No: 111O821.
- Koç, F., Coşkuntuna, L., M. Ö., ve Coşkuntuna, A. (2010). "Farklı Ortam Sıcaklıklarında Organik Asit Kullanımının Fiğ-Tahıl Silajlarında Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilitate Üzerine Etkileri". *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 159-165.
- Koç, F., Karapınar, B., Okuyucu, B., ve Erdem, D. K. (2020). "Kefir İlavesinin Yonca Silajlarının Fermantasyon Özellikleri ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri". *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 23(2), 535-542.
- Koç, F., ve Coşkuntuna, L. (2003). "Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırması". *Hayvansal Üretim*,44(2), 37-46.
- Kung, L. (2018). "Silage Fermentation and Additives". *Latin American Archives of Animal Production*,26(3-4).
- Lee, M. R. F., Scott, M. B., Tweed, J. K. S., Minchin, F. R., ve Davies, D. R. (2008). "Effects of Polyphenol Oxidase on Lipolysis and Proteolysis of Red Clover Silage With and Without a Silage Inoculant (*Lactobacillus Plantarum* L54)". *Animal Feed Science and Technology*,144(1-2), 125-136.

- Liu, Q.H., Shao, T., Bai, Y.F. (2016). “The Effect of Fibrolytic Enzyme, *Lactobacillus Plantarum* and Two Food Antioxidants on The Fermentation Quality, Alpha-Tocopherol and Beta-Carotene of High Moisture Napier Grass Silage Ensiled at Different Temperatures”. *Anim. Feed Sci. Technol.* 221, 1–11.
- Makkar, H. P. S. (2003). “Effects and Fate of Tannins in Ruminant Animals, Adaptation to Tannins, and Strategies to Overcome Detrimental Effects of Feeding Tannin-Rich Feeds”. *Small Ruminant Research*, 49(3), 241-256.
- McAllister, T. A., Feniuk, R., Mir, Z., Mir, P., Selinger, L. B. ve Cheng, K. J. (1998). “Inoculants for alfalfa silage: Effects on aerobic stability, digestibility, and the growth performance of feedlot steers” *Livestock Production Science*, 53, 171–181.
- McDonald P. Henderson N. ve Heron S. (1991). *The Biochemistry of Silage* (2nd ed.). Chalcombe. Marlow, UK.
- McNabb, W. C., Waghorn, G.C., Barry, T.N. ve Shelton, I.D. (1993). “The Effect of Condensed Tannins in Lotus Pedunculatus on The Digestion and Metabolism of Methionine, Cystine and Inorganic Sulphur in Sheep”. *British Journal of Nutrition*, 70(2), 647–661.
- Muck, R.E. (2004). “Effects of Corn Silage Inoculants on Aerobic Stability Trans”. *ASAE*, 47(4), 1011-1016.
- Mueller-Harvey, I. (2006). “Unravelling The Conundrum of Tannins in Animal Nutrition and Health”. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 86(13), 2010-2037.
- Peng, K., Jin, L., Niu, Y. D., Huang, Q., Mcallister, T. A., Yang, H. E., ve Wang, Y. (2018). “Condensed Tannins Affect Bacterial and Fungal Microbiomes and Mycotoxin Production During Ensiling and Upon Aerobic Exposure”. *Applied and Environmental Microbiology*, 84(5), E02274-17.
- Playne, M. J., ve McDonald, P. (1966). “The Buffering Constituents of Herbage and of Silage”. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 17(6), 264-268.
- Reed, J.D. (1995). “Nutritional Toxicology of Tannins and Related Polyphenols in Forage Legumes”. *J. Anim. Sci.*, 73(5), 1516-1528.

- Romano A., Aponte M. (2019). “Chestnut as Source of Novel Ingredients for Celiac People”. In: Ferranti P., Berry E.M., Anderson J.R., Editors. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. Elsevier; Amsterdam, The Netherlands. Pp. 364–368.
- Salawu, M. B., T. Acamovic, C. S. Stewart, ve T. Hvelplund. (1999). “The Use of Tannins as Silage Additives: Effects on Silage Composition and Mobile Bag Disappearance of Dry Matter and Protein”. *Anim. Feed Sci. Technol.* 82(3-4), 243–259.
- Seale, D. R, Pahlow, G., Spoelstra, S. F., Lindgren, S., Dellaglio, F. ve Lowe, J. F. (1990). “Methods For The Microbiological Analysis of Silage”, Proceeding of The Eurobac Conference, 147, Uppsala.
- Sigma-Aldrich (1988). In: Lenga, R.E., (Ed.), *The Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data*, Vol. 1. Sigma-Aldrich, Milwaukee, 1733–1735.
- Önenç, S. S., ve Yayla, D. (2021). The Effects of Waste Jam Mixture on Silage Fermentation, and *In Vitro* Digestibility of Alfalfa Silages. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(2), 301-307.
- Şengül, A. Y., ve Aydın, R. (2019). “Use of Farmatan as an Additive to Make Alfalfa Silage”. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3), 579-587.
- Şengül, Ö., Şengül, A. Y., Kökten, K., Çağan, E., ve Beyzi, S. B. (2022). “Possibilities of Using Dried Mulberry Pulp as an Additive in Alfalfa Silage”. *Medycyna Weterynaryjna*, 78(7):347-350.
- Tabacco, E., Borreani, G., Crovetto, G. M., Galassi, G., Colombo, D., ve Cavallarin, L. (2006). “Effect of Chestnut Tannin on Fermentation Quality, Proteolysis, and Protein Rumen Degradability of Alfalfa Silage”. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4736-4746.
- Tabasco, R., Sánchez-Patán, F., Monagas, M., Bartolomé, B., Moreno-Arribas, M. V., Peláez, C., ve Requena, T. (2011). “Effect of Grape Polyphenols on Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria Growth: Resistance and Metabolism”. *Food Microbiology*, 28(7), 1345-1352.
- Tamminga, S. (1992). “Nutrition Management of Dairy Cows as a Contribution to Pollution Control”. *J. Dairy Sci.* 75(1), 345-357.

- Thonney, M. L., Duhaime, D. J., Jenkins, T. C., ve Ruppel, C. A. (1980). "Microbial And Chemical Additives in Alfalfa-Timothy Silage". *Journal Of Dairy Science*, 63(4), 587-593.
- Weatherburn, M. W. (1967). "Phenol-Hypochlorite Reaction For Determination of Ammonia". *Analytical Chemistry*, 39(8), 971-974.
- Williams, A. P., Merry, J. R., Tweed, J. K.S., Leemans, D. K. (1992). "The Effect of Different Additives on The Proteolysis During Ensilage of Perennial Ryegrass", *Animal Production*, 54, 487.
- Winters, A.L., Cockburn, J.E., Dhanoa, M.S., Merry, R.J. (2000). "Effects of Lactic Acid Bacteria in Inoculants on Changes in Amino Acid Composition During Ensilage of Sterile and Non-Sterile Rye-Grass". *J. Appl. Microbiol.* 89(3),442.

